

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Prostředí staveb a TZB

**Sociální zázemí firmy z modulárních buněk v pasivním standardu**

The Social Background of the Company from Modular Cells in Passive  
Standard

Student :

Bc. Michal Duraj

Vedoucí diplomové práce :

Ing. Vladan Panovec

Ostrava 2016

### **Prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

30.11.2016

.....

podpis studenta

## **Prohlašuji, že**

jsem byl seznámen s tím, že na mojí diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 - školní dílo.

Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠBTUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).

Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠBTUO k prezenčnímu nahlédnutí. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

Bylo sjednáno, že užít své dílo - diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

Beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě

30.11.2016

.....  
podpis studenta

## **Poděkování**

Děkuji svému vedoucímu diplomové práce Ing. Vladanu Panovcovi za odborné vedení, rady a spolupráci v průběhu zpracování mé diplomové práce a rovněž dalším pedagogům a odborníkům ve svých oborech z Katedry pozemního stavitelství a Katedry prostředí staveb a TZB.

Dále bych rád poděkoval firmě ContiMade spol. s r. o. za poskytnutí nezbytných informací a nahlédnutí do tajů výroby a navrhování modulárních buněk, zejména pak paní Ing. Karle Suché.

A nakonec mnohokrát děkuji své rodině, přátelům a známým za podporu v průběhu celého mého studia a během zpracování této diplomové práce.

## **Anotace**

Zadáním diplomové práce je navržení budovy se sociálním zázemím pro zaměstnance výrobního komplexu firmy Contimade s.r.o. včetně výdejny stravování a jídelny. Objekt musí být vytvořen z modulárních buněk a splňovat požadavky pasivní výstavby.

Diplomová práce byla zpracována jako projektová dokumentace v rozsahu dokumentace pro provádění stavby. Textová část diplomové práce je tvořena technickou zprávou, která popisuje architektonické a stavebně konstrukční řešení, tepelně technické posouzení budovy, návrh zdroje ohřevu vody a vytápění a návrh nuceného větrání.

DURAJ Michal : Sociální zázemí firmy z modulárních buněk v pasivním standardu, diplomová práce, Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra prostředí staveb a TZB, 2016

**Klíčová slova :** modulární buňka, tepelné čerpadlo, nucené větrání, pasivní výstavba

## **Anotation**

The objective of the thesis is to propose a building for social background employers of company Continade Ltd. including food dispensaries and eatery. The object must be created from modular cells and in it has to fulfill requirements of passive construction.

The thesis was prepared in the form of project documentation required for the project execution stage. The text part of the thesis contains technical report describing architectural and construction-related solutions, thermo-technical assessment of the building, as well as draft hot water and heating and forced-air ventilation source.

DURAJ Michal : The Social Background of the Company from Modular Cells in Passive Standard, diploma thesis, Ostrava : VSB – Technical university of Ostrava, Faculty of Civil Engineering, Department of Indoor Environmental Engineering and Building Services, 2016

**Key words :** modular cell, heat pump, forced ventilation, passive construction

## SEZNAM POUŽITÉHO ZNAČENÍ

1.NP	první nadzemní podlaží	[-]
2.NP	druhé nadzemní podlaží	[-]
tl.	tloušťka stavebních materiálů	[mm]
$R_{He}$	návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu	[%]
$R_{Hi}$	návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu	[%]
$t_i$	návrhová teplota vnitřního vzduchu	[°C]
$t_e$	návrhová venkovní teplota	[°C]
U	součinitel prostupu tepla konstrukce	[W/m <sup>2</sup> K]
$U_{em}$	průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy	[W/m <sup>2</sup> K]
V	objem budovy	[m <sup>3</sup> ]
$V_z$	objem zásobníku teplé vody	[l]
VZT	vzduchotechnická jednotka	[-]
Q	výkon	[W]
$Q_c$	potřeba tepla	[kW]
$Q_t$	potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát prostupem	[kWh/a]
$Q_v$	potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát větráním	[kWh/a]
l	délka úseku	[m]
n	násobnost výměny vzduchu	[l/h]
$\mu$	účinnost	[-]
$t_0$	počáteční teplota vody	[°C]
v	rychlost proudění	[m/s]
A	plocha obalových konstrukcí budovy	[m <sup>2</sup> ]
DN	průměr potrubí	[mm]
TUV	teplá užitková voda	[°C]
m.n.n.	metrů nad mořem	[m]
$f_{Rsi}$	hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu	[-]
$\Psi_k$	hodnota lineárního součinitele prostupu tepla tepelných vazeb	[W/m.K]
$\Delta_{\theta 10}$	pokles dotykové teploty podlahy	[°C]
$M_c$	hodnota zkondenzované vodní páry	[kg/m <sup>2</sup> .a]
$M_{ev}$	balance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř kce	[kg/m <sup>2</sup> .a]

# OBSAH

1. ÚVOD	1
2. TECHNICKÁ ZPRÁVA	2
A. PRŮVODNÍ ZPRÁVA	2
A.1. Identifikační údaje	2
A.2. Seznam vstupních podkladů	3
A.3. Údaje o území	3
A.4. Údaje o stavbě	4
B. SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA	7
B.2. Celkový popis stavby	9
B.3. Připojení na technickou infrastrukturu	12
B.4. Dopravní řešení	12
B.5. Řešení vegetace a související terénní úpravy	13
B.6. Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana	13
B.7. Ochrana obyvatelstva	13
B.8. Zásady organizace výstavby	13
C. SITUAČNÍ VÝKRESY	14
D. DOKUMENTACE OBJEKTU A TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ	15
D.1. Dokumentace stavebního objektu	15
3. STAVEBNÍ TEPELNÁ TECHNIKA	20
4. TECHNICKÁ ZPRÁVA – NUCENÉ VĚTRÁNÍ	39
5. TECHNICKÁ ZPRÁVA – VYTÁPĚNÍ A OHŘEV TEPLÉ VODY	46
6. EKONOMICKÉ POROVNÁNÍ S BĚŽNÝM STANDARDEM	51
7. ZÁVĚR	53
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	54
SEZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJŮ	55
SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ	56
SEZNAM PŘÍLOH	57
SEZNAM VÝKRESŮ	58



## 1. ÚVOD

Náplní diplomové práce je vytvoření objektu se sociálním zázemím pro 110 zaměstnanců výrobních hal firmy Contimade s.r.o. sídlící v Kaňovicích, okres Zlín. Součástí návrhu je rovněž vytvoření výdejny stravování pro 110 zaměstnanců výroby a 30 zaměstnanců administrativního úseku s jídelnou. Objekt musí být navržen z modulárních buněk, jakožto hlavního sortimentu výroby firmy Contimade s.r.o.

Hlavním cílem bylo navrhnout objekt tak, aby splňoval podmínky pasivního standardu. Objekt musel být navržen z modulárních buněk čemuž odpovídá i jednoduchý a kompaktní tvar. Zadavatelem, firmou Contimade s.r.o. byl stanoven požadavek na to, aby byla stavba dvoupodlažní, s umístěním sociálního zázemí pro zaměstnance v 2. nadzemním podlaží. Zadavatel rovněž určil stavební parcelu sousedící s přilehlou administrativní budovou.

Dále musely být objekt navržen tak, aby splňoval požadavky tepelné techniky. Jelikož se jedná o konstrukci s omezenými dispozičními možnostmi, byla zvolena cesta pomocného zateplení předsazenou fasádou v samotném závěru výstavby, aby tloušťka obalové obvodové konstrukce nezabírala cenný vnitřní prostor. Obalové konstrukce musely být navrženy tak, aby splňovaly požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla  $U_{em}$ , který musí být menší než normou stanovená hodnota  $0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Rovněž musí být splněna měrná potřeba tepla na vytápění, jenž nesmí být větší než  $0,15 \text{ kWh/m}^2$  za rok a hodnota měrné potřeby primární energie jenž nesmí být pro stavbu tohoto typu a zejména nároky na potřebu teplé vody menší než  $240 \text{ kWh/m}^2$ .

Zadáním Diplomové práce bylo rovněž navržení ohřevu teplé vody, návrh vytápění a návrh nuceného větrání s rekuperací. Výsledkem byl návrh dvou tepelných čerpadel pro ohřev teplé vody a otopné vody a navržení tří vzduchotechnických jednotek pro pokrytí hygienických požadavků na přívod čerstvého vzduchu.

Práce je rozdělena do dvou částí. V první část se skládá z technických zpráv stavební části, návrhu vytápění, ohřevu vody a vzduchotechniky a posouzení konstrukcí z hlediska tepelné techniky. Druhá část obsahuje přílohy a protokoly o výpočtech a v neposlední řadě výkresovou dokumentaci.

## **2. TECHNICKÁ ZPRÁVA**

### **A. PRŮVODNÍ ZPRÁVA**

#### **A.1. Identifikační údaje**

##### **A.1.1. Údaje o stavbě**

Název stavby: Zázemí pro zaměstnance firmy ContiMade s.r.o.

Účel stavby: Stravování a Hygiena zaměstnanců

Místo stavby: obec Kaňovice, okres Zlín, Zlínský kraj  
katastrální území: Kaňovice u Luhačovic ,  
parcelní číslo: 435/35, 435/1, 435/12 ( Vše v rámci areálu firmy Contimade s.r.o. )

##### **A.1.2. Údaje o stavebníkovi**

Objednavatel: Contimade s.r.o.

Adresa: Kaňovice u Luhačovic, okres Zlín

##### **A.1.3. Údaje o zpracovateli projektové dokumentace**

Projektant: Bc. Duraj Michal

Adresa: Markova 2943/26

Stupeň PD: Projektová dokumentace je zpracována v rozsahu potřebné k provádění stavby dle vyhlášky 62/2013 o dokumentaci staveb

## **A.2 Seznam vstupních podkladů**

Pro vypracování projektové dokumentace byly použity normy a právní předpisy platné na území České republiky. Dále byl použit územní plán obce Kaňovice u Luhačovic.

## **A.3. Údaje o území**

### A.3.1. Rozsah řešeného území

Rozsah řešeného území se vztahuje pouze na úsek vymezený firmou Contimade s.r.o. na parcelách číslo 435/35, 435/1, 435/12 a realizaci parkování u technické místnosti a zásobování výdejny objektu. Na řešeném úseku bude rovněž navržena administrativní část objektu - předmětem řešení jiného projektu. Řešení probíhalo a bude nadále probíhat ve spolupráci s firmou ContiMade s.r.o.

Pozemek se nachází na katastrálním území obce Kaňovice u Luhačovic. Při samotné realizaci a užívání objektu budou dodrženy obecné požadavky dle vyhlášky 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území a nedojde k ovlivnění okolní zástavby.

Řešené území se nachází v areálu firmy ContiMade s.r.o.. Pozemek je ze severní části obklopen parkovištěm pro zaměstnance firmy ContiMade s.r.o. a z jižní a východní strany výrobním areálem firmy ContiMade s.r.o.. Ze západní strany příjezdovou komunikací a silnicí II. třídy č. 490. Do objektu vede asfaltová sběrná komunikace která se napojuje na silnici II. třídy číslo 490 ze směru Zlín - Uherské Hradiště.

### A.3.2. Účel užívání stavby

Stavba je navržena za účelem provozu výdejny jídla pro 140 zaměstnanců výrobní části a administrativy. Dále zde budou šatny pro 100 zaměstnanců výroby mužského pohlaví a 10 zaměstnankyň výroby. Součástí výdejny bude rovněž jídelna s kapacitou pro 52 stolujících. V přízemní části je umístěna technická místnost pro rozvody, elektrické energie, teplé vody a otopné vody.

A.3.3. Údaje o odtokových poměrech

Objekt bude napojen pomocí přípojky na stávající splaškovou kanalizaci v areálu firmy ContiMade s.r.o.. Ta je napojena na veřejnou splaškovou kanalizaci v obci. Dešťová voda bude svedena dešťovou kanalizací do vsakovací jímky. Kamalizační přípojky budou opatřeny revizními šachtami.

A.3.4. Údaje o souladu s územně plánovací dokumentací

Stavba je v souladu s územně plánovací dokumentací.

B.3.5. Údaje o dodržení obecných požadavků na využití území

Stavba splňuje požadavky vyhlášky č.268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby a vyhlášky 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využití území.

A.3.6. Údaje o splnění požadavků dotčených orgánů

Projektová dokumentace je v souladu s požadavky dotčených orgánů. Plánovanými stavebními úpravami nebudou dotčeny zájmy dotčených orgánů.

**A.4. Údaje o stavbě**

A.4.1. Nová stavba nebo změna dokončené stavby

Objekt je řešen jako nová stavba. Bude využíván jako sociální zázemí pro zaměstnance výroby modulárních buněk firmy Contimade s.r.o. a jako výdejna jídla pro všechny zaměstnance firmy. Projekt je řešen v souladu s vyhláškou 268/2009 Sb. o obecně technických požadavcích na stavby.

#### A.4.2. Účel užívání

Stavba je navržena za účelem provozu výdejny jídla pro 140 zaměstnanců výrobní části a administrativy. Dále zde budou šatny pro 100 zaměstnanců a 10 zaměstnankyň výroby. Šatny budou navrženy jako špinavé a čisté dle požadavků zadavatele.

#### A.4.3. Trvalá nebo dočasná

Stavba je navržena jako trvalá.

#### A.4.4. Údaje o dodržení technických požadavků na stavby a obecných technických požadavků zabezpečující bezbariérové užívání staveb

Stavba bude bezbariérově přístupná. Pohyb obyvatel se sníženou mobilitou v administrativní části zajišťuje výtah. Administrativní část je s jídelnou spojena tak, aby byl zajištěn bezbariérový a bezproblémový pohyb osob se sníženou pohyblivostí. Budova není navržena v souladu s obecnými předpisy na bezbariérovost staveb dle vyhlášky 398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb, neboť je vyloučeno, aby z důvodu náročnosti na mobilitu a pohyb, vykonávala práci ve výrobě firmy osoba se sníženou mobilitou.

#### A.4.5. Údaje o splnění požadavků dotčených orgánů a požadavků vyplývajících z jiných právních předpisů

Dle vyjádření správce sítě bude provedeno napojení na stávající vodovod elektroinstalační sítě. Územní regulativy nejsou v rozporu s navrhovaným objektem.

A.4.6. Navrhované kapacity stavby

Plocha pozemku :	k dispozici : 960 m <sup>2</sup>
Zastavěná plocha:	302,99 m <sup>2</sup>
Obestavěný prostor:	2075 m <sup>3</sup>
Kapacita objektu:	52 strážníků v rámci kapacity jídelny v jednu dobu. Šatny čisté s kapacitou 110 zaměstnanců. Šatny špinavé s kapacitou 110 zaměstnanců.
WC muži :	4 WC, 4 pisoáry
WC muži :	3 WC
Sprchy muži :	10 sprch
Sprchy ženy :	2 sprchy
WC výdejna	1 WC pro 2 pracovníky

Navrženo v souladu s ČSN 73 4108 – Hygienická zařízení a šatny

A.4.7. Základní bilance stavby

Měrná potřeba tepla na vytápění:	10 kWh/m <sup>2</sup> .rok
Měrná neobnovitelná primární energie:	159 kWh/m <sup>2</sup> .rok
Průměrný součinitel tepla obálkou budovy $U_{em}$ :	0,24 W/m <sup>2</sup> .K
Třída energetické náročnosti budovy:	B

Hospodaření s odpady:

U objektu budou umístěny kontejnery na komunální odpad, které se budou jednou týdně vyvážet. Odvoz zajišťuje obec Luhačovice.

Hospodaření s odpadní vodou:

Objekt bude napojen na jednotnou kanalizační stoku kanalizační přípojkou.

Potřeba tepla na vytápění : 7,7 MWh/rok

Potřeba tepla na ohřev vody : 83,178 MWh/rok

Potřeba vody stanovena dle normy ČSN 73 0548.

A.4.8. Základní předpoklady výstavby

Zahájení výstavby: březen 2017

Dokončení stavby: červenec 2018

Uvedení do provozu: září 2018

A.4.9. Orientační náklady stavby

Orientační náklady budou navrženy a zhodnoceny v části č. 7 - Ekonomické zhodnocení.

**B. SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA**

**B.1. Popis území stavby**

B.1.1. Charakteristika stavebního pozemku

Stavební pozemek se nachází v areálu firmy Contimade s.r.o.. Pozemek je ze severní části obklopen parkovištěm pro zaměstnance firmy Contimade s.r.o. a z jižní a východní strany výrobním areálem firmy Contimade s.r.o.. Ze západní strany příjezdovou komunikací a silnicí II. třídy č. 490. Do objektu vede asfaltová sběrná komunikace která se napojuje na silnici II. třídy číslo 490 ze směru Zlín - Uherské Hradiště. Stavební pozemek je rovinný a nachází se na č. 435/35, 435/1 a 435/12. Plocha vymezená k výstavbě činí 960 m<sup>2</sup> výměrou 2269m<sup>2</sup>.

B.1.2. Výčet a závěry provedených průzkumů a rozborů (geologický průzkum, hydrogeologický průzkum, stavebně historický průzkum apod.)

Základová půda je hlinitopísčitého charakteru, úroveň hladiny podzemní vody je trvale pod úrovní základové spáry, tudíž neohroží stavbu. Riziko pronikání radonu je v této lokalitě nízké. Na parcele nebyla zjištěna existence zdrojů vzácných nerostů ani minerálů.

B.1.3. Stávající ochranná a bezpečnostní pásma

V blízkém okolí se nenachází žádná ochranná pásma, která by byla narušena realizací stavby.

B.1.4. Poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území apod.

Pozemek není na poddolovaném území ani se nenachází v záplavovém území. Stavba nebude mít negativní vliv na své okolí.

B.1.5. Vliv stavby na okolní stavby a pozemky, ochrana okolí, vliv stavby na odtokové poměry v území

Odstupy od hranice pozemku a od ochranných pásem přípojek jsou dodrženy. Objekt svojí výškou do okolní zástavby zapadá, tudíž ji nenarušuje.

B.1.6. Požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin.

Na pozemku se nenachází žádné objekty ani vzrostlé dřeviny. Není potřeba demoličních prací ani kácení dřevin.

B.1.7. Územně technické podmínky (možnost napojení na stávající dopravní a technickou infrastrukturu)

Pozemek je napojen na stávající asfaltovou komunikaci II třídy č. 490 sběrnou příjezdovou komunikací vedoucí do areálu firmy ContiMade s.r.o.,

B.2.26. Věcné a časové vazby, podmiňující, vyvolané, související investice

Na pozemek se nevztahují žádné věcné a časové vazby. Pozemek vlastní jediný majitel, který je zároveň investorem realizace stavby.



## **B.2. Celkový popis stavby**

### B.2.1. Účel užívání stavby

Stavba je navržena za účelem provozu výdejny jídla pro 140 zaměstnanců výrobní části a administrativy. Dále zde budou špinavé a čisté šatny pro 110 zaměstnanců výroby a šatna pro 2 zaměstnance kuchyně. Rovněž zde budou navrženy toalety dle odpovídajícího počtu uživatelů dle ČSN 73 4108 – Hygienická zařízení a šatny.

### B.2.3. Celkové urbanistické a architektonické řešení

Stavba je řešena z modulárních buněk v 7 řadách po dvou buňkách a dvou vrstvách respektive podlažích. Tvoří pravidelný obdélníkový tvar v rámci objemu hmoty. Půdorys je čtvercový. Modulární buňky jsou typem jednoduchého komponentu pro pravidelné hranaté tvary, který se skládá dle uvážení na staveništi. Vše je vyrobeno ve výrobě, v suchém prostředí, tudíž je zde eliminována možnost zabudované vlhkosti v konstrukci. Jako taková je stavba jednoduchého a účelného tvaru. Dispozičně je rozdělena dle účelu do dvou podlaží. V přízemí je umístěna jídelna s výdejnou jídla s toaletami pro stravující se a technickou místností. V 1. patře jsou umístěny špinavé a čisté šatny a umývárny s WC a sprchami počty odpovídající počtu zaměstnanců dle ČSN 73 4108 – Hygienická zařízení a šatny. Fasáda je tvořena základním trapézovým plechem. Z důvodu co nejlepších tepelně technických vlastností obalových konstrukcí je aplikována představená fasáda až po umístění samotných buněk na stavební parcelu. Architektonické řešení stavby podléhá omezeným tvarovým možnostem. Zadavatel nekladal důraz na architekturu stavby ale na účel. Stavba je jeden kompaktní celek ostrých tvarů. Obohacujícím prvkem je zde představená fasáda umožňující zpestření vzhledu výběrem montovaných fasádních desek firmy Fundermax, jakožto certifikovaným osvědčeným dodavatelem představených fasád pro modulární buňky. Urbanisticky je objekt řešen tak, aby zásadním způsobem nenarušoval okolní ráz vesnice.

#### B.2.4. Celkové provozní řešení

Objekt je rozdělen do dvou podlaží. V prvním podlaží je umístěna jídelna, výdejna jídla a WC pro stravující se, technická místnost a místnost s úklidem. S druhým podlažím je spojeno přízemí dvouramenným schodištěm. Ve druhém podlaží jsou umístěny šatny, sprchy, umývárny a WC.

#### B.2.5. Bezbariérové užívání stavby

Bezbariérové řešení nebylo navrženo v souladu s vyhláškou 398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb, neboť je vyloučeno, aby z důvodu náročnosti na mobilitu a pohyb, vykonávala práci ve výrobě firmy osoba se sníženou mobilitou.

#### B.2.6. Bezpečnost při užívání stavby

Po ukončení stavebních prací, dokončovacích prací a zkolaudování objektu nebude mít stavba negativní vliv na zdraví uživatelů ani obyvatelstva v blízkém okolí. Za samotného chodu stavby bude provozovatel objektu povinen dodržovat veškeré zásady vyplývající z právních předpisů týkajících se bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, hygieně a bezpečnosti při provozování činnosti.

#### B.2.7. Základní charakteristika objektu

Stavba je navržena z modulárních buněk. Základní konstrukce jsou tvořeny z ocelových nosných profilů, které tvoří kostru buněk. Ta vyplněna minerální izolací tvořící obvodovou stěnu. Střecha je plochá se sklonem 2%. Objekt je uložen na základových pásech z prostého betonu. Při návrhu byl kladen důraz na použití materiálů, které nemají negativní vliv na životní prostředí a to v jakékoliv části svého životního cyklu. Zároveň byly dodrženy doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro pasivní domy a konstrukce byly navrženy tak, aby hodnotám vyhovovaly. Tepelně technické posouzení je obsaženo v příloze č.1.

#### B.2.8. Základní charakteristika technických a technologických zařízení

Jako zdroj tepla je navrženo tepelné čerpadlo vzduch/voda firmy Regulus, typ Ecoair 406 o jmenovitém výkonu 4,69 kW a dvoutrubkový otopný systém s deskovými radiátory typu VK10 až VK20, teplotní spád 55°C/40°C. Jako bivalentní zdroj bude sloužit elektrokotel značky Thermona, typ Therm EL 5 o výkonu 5 kW.

Ohřev vody bude zajišťovat tepelné čerpadlo značky Regulus, typ Ecoair 420, o jmenovitém výkonu 15 kW. Součástí bude Zásobníkový ohřívač firmy Regulus o objemu 2840 l. Jako bivalentní zdroj a dohřev teplé vody na požadovaných 60°C Thermona, typ Therm EL 13,5 o výkonu 13,5 kW.

V objektu je nainstalováno nucené větrání s rekuperací. Celkový objem vzduchu stanovený dle minimálních hygienických požadavků na větrání jednotlivých místností dle účelu užívání je 8980 m<sup>3</sup>/hodina. Tento objem je rozdělen do tří vzduchotechnických jednotek a 3 úseků odvodu a přívodu vzduchu. Více v příloze č.7 – Nucené větrání.

#### B.2.9. Požárně bezpečnostní řešení

Objekt po zkolaudování musí splňovat požadavky na požární bezpečnost, které jsou dány platnými předpisy. Pro požárně bezpečnostní řešení stavby bude vypracován projekt, který bude zpracován požárním specialistou.

#### B.2.9. Zásady hospodaření s energiemi

Objekt bude navržen tak, aby splňoval nejvyšší nároky na energetickou náročnost budov. Všechny konstrukce byly navrženy v souladu s ČSN 73 0540 – 2 – *Tepelná ochrana budov* a splňují veškeré požadavky této normy. Snížení potřeb na vytápění se docílilo zabudováním protiproudým rekuperačním výměníkem ve všech třech jednotkách vzduchotechniky a navržením tepelného čerpadla na ohřev vody a vytápění tak aby pokrývalo tepelné ztráty objektu. Tepelně technické posouzení konstrukcí je uvedeno v příloze č. 1, výpočet tepelných ztrát objektu je doložen v příloze č. 3.

B.2.10. Hygienické požadavky na stavbu

Hygienické požadavky budou dodrženy v rámci vyhlášky č. 137/2004 Sb. pro stravovací objekty a předpisem NV č.361/2007 pro pracovní prostředí. Vytápění bude zajištěno tepelným čerpadlem vzduch/voda značky Regulus, typ Ecoair 406. Výměna vzduchu bude prováděna pomocí vzduchotechnických jednotek, tak aby splňovala hygienické minimum pro přiváděný čerstvý vzduch a odvod špinavého odpadního vzduchu. Osvětlení bude zajištěno okenními otvory a umělým osvětlením LED diodami.. Stavba nebude zdrojem vibrací, hluku nebo prašnosti a nebude mít rušivý vliv na okolní zástavbu.

B.2.11. Ochrana stavby před negativními účinky vnějšího prostředí

V blízkém okolí se nenachází žádný zdroj negativního vlivu na stavbu. Stavbu není třeba chránit jinak, než je navrženo v projektu.

**B.3. Připojení na technickou infrastrukturu**

Objekt bude napojen na veřejnou vodovodní síť pomocí vodovodní přípojky.

Vodovodní přípojka bude začínat v místě napojení, které bude provedeno pomocí navrtávacího pásu a bude končit uzávěrem ve vodoměrné sestavě. Splašková voda bude svedena a napojena na kanalizaci v areálu firmy a ta je napojena na obecní kanalizaci. Dešťová voda bude svedena do vsakovací jímky dešťových vod umístěné za objektem. Elektrická energie bude odebírána z nově navržené přípojky elektrické energie. Ta bude napojena na kabel nn elektrické sítě v areálu firmy.

**B.4. Dopravní řešení :**

Příjezdová komunikace je již zhotovena v areálu firmy ContiMade s.r.o.. Sběrná komunikace z areálu se napojuje na silnici II. třídy č. 490. Parkování zůstává nezměněno, neboť počet zaměstnanců je stabilní.

### **B.5. Řešení vegetace a související terénní úpravy**

Na stavebním pozemku se nenachází žádná vzrostlá zeleň. Úprava vegetace není potřebná. Zemní práce budou provedeny strojově a ručně.

### **B.6. Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana**

Stavba nebude mít negativní vliv na životní prostředí. V návrhu nejsou použity žádné závadné materiály negativně působící na životní prostředí či veřejné zdraví. Během realizace stavby bude hluchnost a prašnost v okolí budovy lehce zvýšena. Na tuto skutečnost budou osoby v blízkosti staveniště upozorněny. Se stavebními odpady vzniklými během stavby budovy bude nakládáno dle zákona č. 383/2001 Sb. – O podrobnostech nakládání s odpady.

### **B.7. Ochrana obyvatelstva**

V celém průběhu výstavby bude staveniště řádně zabezpečeno, označeno a oploceno před vniknutím neoprávněných osob. Po zkolaudování bude objekt přístupný a nebude žádným způsobem ohrožovat jeho uživatele ani okolní obyvatelstvo. Budou dodrženy veškeré právní předpisy užívání vztahující se k jeho provozu.

### **B.8. Zásady organizace výstavby**

V průběhu realizace nedojde k omezení provozu blízkých komunikací, ani ovlivnění okolní zástavby a obyvatel obce. Výstavba bude probíhat pouze v areálu firmy ContiMade s.r.o..

- Postup výstavby:
1. Vytyčení stavby
  2. Zemní a výkopové práce
  3. Zavedení přípojek inženýrských sítí
  4. Vybetonování základový pásů
  5. Dovezení modulárních buněk zhotovených mimo stavbu
  6. Osazení a propojení modulárních buněk

7. Realizace příjezdové komunikace k TM a zásobování
8. Terénní úpravy

### **C. SITUAČNÍ VÝKRESY**

Výkres situace, navrženého objektu je součástí výkresové dokumentace – výkres C.01 SITUACE.

## **D. DOKUMENTACE OBJEKTU A TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ**

### **D.1. Dokumentace stavebního objektu**

#### D.1.1. Architektonicko-stavební řešení

Stavba je řešena z modulárních buněk v 7 řadách po dvou buňkách a dvou vrstvách respektive podlažích. Tvoří pravidelný obdélníkový tvar v rámci objemu hmoty. Půdorys je čtvercový. Modulární buňky jsou typem jednoduchého komponentu pro pravidelné hranaté tvary, který se skládá dle uvážení na staveništi. Vše je vyrobeno ve výrobě, v suchém prostředí, tudíž je zde eliminována možnost zabudované vlhkosti v konstrukci. Jako taková je stavba jednoduchého a účelného tvaru. Dispozičně je rozdělena dle účelu do dvou podlaží. V přízemí je umístěna jídelna s výdejnou jídla s toaletami pro stravující se a technickou místností. V 1. patře jsou umístěny špinavé a čisté šatny a umývárny s WC a sprchami počty odpovídající počtu zaměstnanců dle ČSN 73 4108 – Hygienická zařízení a šatny. Fasáda je tvořena základním trapézovým plechem. Z důvodu co nejlepších tepelně technických vlastností obalových konstrukcí je aplikována předsazená fasáda až po umístění samotných buněk na stavební parcelu. Architektonické řešení stavby podléhá omezeným tvarovým možnostem. Zadavatel nekladl důraz na architekturu stavby ale na účel. Stavba je jeden kompaktní celek ostrých tvarů. Obohacujícím prvkem je zde předsazená fasáda umožňující zpestření vzhledu výběrem montovaných fasádních desek firmy Fundermax, jakožto certifikovaným osvědčeným dodavatelem předsazených fasád pro modulární buňky. Urbanisticky je objekt řešen tak, aby zásadním způsobem nenarušoval okolní ráz vesnice.

#### D.1.2. Stavebně konstrukční řešení

##### a) Zemní práce

Prvním krokem před zahájením výstavby je nejprve nutné vytyčit inženýrské sítě a stanovit jejich ochranná pásma a označit body propojení zařízení staveniště. V přípravě území bude provedeno sejmutí ornice, která bude využita k následným zahradním a terénním úpravám. Výkopy budou vyhloubeny pro základové pásy do hloubky -1,358 m pod úroveň terénu. V případě nesoudržnosti zemin musí být použito

pažení proti sesunutí svahu v souladu s BOZP Vykopaná zemina použitelná pro zpětné násypy bude uložena na mezideponii. Nepoužitelný výkopek bude naložen a odvezen na skládku. Veškeré zásypy a násypy budou hutněny dle použitého materiálu. Ostatní plocha pozemku zůstává bez úprav. Hladina podzemní vody byla zjištěna v hloubce 3,5 m pod základovou spárou. Základová spára bude začištěna ručně bezprostředně před betonáží základů.

#### b) Základové konstrukce

Objekt bude založen na základových pásech z prostého betonu C20/25. Základová spára bude v nezámrzné hloubce -1,340 m pod úrovní terénu. Pásky musí být zhotoveny v rovinné toleranci  $\pm 5$  mm. Před usazením kontejnerů musí být znivelován a nerovnosti vyrovnány dodanými podločkami do roviny  $\pm 1$  mm. Základy nejsou zateplené. Objekt je nepodsklepený. Podlaha objektu nepřiléhá k terénu. Mezi spodní stranou kontejnerů a terénem je provětrávaná mezera 185 mm.

#### c) Montáž modulů

Montáž bude probíhat pomocí jeřábu. Jednotlivé moduly budou osazeny na základové pásy a postupně spojovány do tuhého celku. Na stavbu budou dovezeny již zkompletované a vybavené moduly, které se na místě spojí. Spoje se zaizolují, utěsní, dokončí se vnitřní povrchy a obklady a propojí se příslušné rozvody. Jedná se o suchý proces výstavby, nedojde k mokrému procesu v konstrukci a výstavba nijak dlouhodobě nenaruší okolní zástavbu hlukem a nečištěním. Pro zlepšení tepelně technických vlastností obalových konstrukcí se navrhla předsazená fasáda s tepelnou izolací tloušťky 80 mm a provětrávanou mezerou tl. 60 mm a bude aplikována až po osazení modulárních buněk. Na místě bude rovněž provedeno oplechování podokapního žlabu a atiky.

#### d) Nosná konstrukce

Nosnou konstrukci modulů tvoří ocelový prostorový rám svařený z ohýbaných opískovaných ocelových profilů tl. 3 a 4 mm. Rám střechy a podlahy tvoří obvodové nosníky svařené s vnitřními příčnými nosníky. Tyto rámy jsou vzájemně svařeny s rohovými sloupy. Konstrukce bude opatřena antikoročním nátěrem (1x základní



nátěr, 2x krycí nátěr venkovní - dvousložkový polyuretanový nátěr).

#### e) Svislé konstrukce

Svislé obvodové stěny jsou sendvičové s tepelnou izolací. Ve stěnách jsou dřevěné rošty, na kterých je uchycen vnější a vnitřní obklad. Tepelnou izolaci tvoří vláknité izolační desky Isover Multimax o celkové tl. 180 mm. Vnější obklad je z pozinkovaného trapézového plechu TR10/0,7 mm. Na trapézový plech je osazen dřevěný rošt pro uchycení předsazené fasády s tepelnou izolací Isover Multimax tl. 80 mm, provětrávanou mezerou tl. 60 mm a fasádními deskami Fundermax. Vnitřní obklad je tvořen SDK deskami tl. 12,5 mm. V sendvičové konstrukci je parotěsná PE folie. Mezi tepelnou izolací vnitřní konstrukce a sádrokartonovým obkladem je 50 mm tlustá uzavřená vzduchová mezera pro vedení elektroinstalace, vodovodní sítě a dvoutrubkové sítě pro vytápění. Ostatní příčky jsou nenosné a montované ze sádrokartonových desek. Stěny na spoji kontejnerů tvoří dvojstěnu o tl. 188 mm, mezi nimi je 14 mm vzduchová mezera. Jednotlivé stěny mají tepelnou izolaci Isover Fassil tl. 60 mm. Příčky oddělující místnosti uvnitř kontejneru jsou montované ze sádrokartonových desek o tl. 105 mm a 85 mm a jsou vyplněny tepelnou izolací Isover Fassil 80 mm nebo 60 mm.

#### f) Konstrukce podlahy

Nosnou konstrukcí podlahy tvoří podlahový rám svařený z ocelových L profilů tl. 3 – 4 mm s osovou vzdáleností 500 mm. Mezery mezi a profily jsou vyplněny minerální tepelnou izolací Isover Multimax tl. 100 mm. Na tepelnou izolaci bude položena cementotřísková deska tl. 12 mm, na ni budou položeny PIR podlahové panely s obvodovým dřevěným roštem na který bude osazen další dřevěný rošt s tepelnou izolací Isover Multimax tl. 50 mm a na ni parozábran PE folie tl. 0.2 mm. Na tomto roštu budou položeny cementotřískové desky Cetris.

g) Střešní konstrukce

Střešní konstrukci tvoří vyspárovaný obvodový rám s příčníky. Střecha je řešena jako jednoplášťová plochá se sklonem 2%. Krytina bude střešní pozinkovaný trapézový plech TR40/0,7 mm. Je navržen přesah střechy minimálně 20 mm. Mezi Nad příčníky je umístěna minerální tepelná izolace Isover Multimax ve spádu 20 – 185 mm. Mezi příčníky je vložena tepelná izolace Isover Multimax tl. 80 mm. Pod ní je do dřevěného roštu nesoucího SDK podhledy umístěna minerální izolace Isover Multimax tl. 100 mm. Parozábrana je umístěna co nejbližší interiéru, mezi SDK podhledovou deskou a tepelnou izolaci Isover Multimax tl. 100 mm. Odvodnění střechy je zajištěno pomocí střešních podokapních žlabů se spádem 0,5%, umístěných po okrajích vně modulárních buněk. Tyto podokapní žlaby jsou oplechovány.

h) Úpravy povrchů

Vnitřní povrchové úpravy bude tvořit nátěr bílé barvy na sádkartonové desky (např. důfa D424 Seidenlatex plus). V umývárkách, WC, výdejně jídel a sprchách budou stěny obloženy keramickým obkladem. Na spárování bude použita spárovací hmota proti vlhkosti. Vnější povrchové úpravy budou tvořeny pozinkovaným trapézovým plechem tl. 0,55 mm s nástřikem dvousložkovou PUR barvou RAL 7021.

i) Podlahy

V objektu bude použito několik druhů povrchů podlah v závislosti na funkci místnosti. Viz. výkresová část.

j) Výplně otvorů

Okna: plastová s izolačním trojsklem  $U_g=0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Dveře exteriérové: plastové plné s  $U = 0,72 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Dveře interiérové: plné, s ocelovou zárubní, povrchová úprava - HPL laminát-buk, výplň: děrovaná dřevotřísková deska

k) Tepelné a zvukové izolace

V celém objektu jsou v konstrukcích ve styku s exteriérem i v interiéru použity dva druhy tepelné izolace – minerální vláknitá izolace Isover Multimax v tloušťkách 50, 60, 80, 100, 120 mm a PIR podlahové panely tl. 120 mm.

D.1.3. Požárně bezpečnostní řešení

Objekt po zkolaudování musí splňovat požadavky na požární bezpečnost, které jsou dány platnými předpisy. Pro požárně bezpečnostní řešení stavby bude vypracován projekt, který bude zpracován požárním specialistou.

D.1.4. Technika prostředí staveb

Technika prostředí staveb bude rozebrána dále a rozdělena do technických zpráv jednotlivých zařízení, které byly zpracovány v rámci zadání diplomové práce

### **3. STAVEBNÍ TEPELNÁ TECHNIKA**

#### 1. Okrajové podmínky výpočtu ( podle ČSN 73 0540 – 3 )

Místo stavby	Kaňovice, okres Zlín
Nadmořská výška	258 m.n.m.
Zatížení větrem v krajině	normální
Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období	-15°C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu	84 %
Průměrná vnitřní teplota v zimním období	19,5
Převažující návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu	55 %

#### 2. Součinitel prostupu tepla $U$ [ $W/m^2K$ ]

Veškeré hodnocené konstrukce vytápěných objektů v prostorech s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu  $\varphi_i \leq 60 \%$  musí mít součinitel prostupu tepla  $U$  [ $W/m^2K$ ] takový, aby splňoval podmínku :

$$U \leq U_{N,20}$$

Kde  $U_{N,20}$  je normou požadovaná nebo doporučená hodnota součinitele prostupu tepla udávaná ve  $W/m^2K$ .

Veškeré výpočty a vyhodnocení byly provedeny v programu TEPLO 2011, software Svoboda. Do výpočtů byly započteny vlivy tepelných mostů hodnocených vnějších konstrukcí objektu.

## OBVODOVÁ STĚNA

Výpočet proveden v programu TEPLO 2011 – viz. příloha č. 1

Porovnání s požadovanou hodnotou  $U_{N,20}$  [W/m<sup>2</sup>K] a doporučenou hodnotou pro pasivní budovy  $U_{pas,20}$  [W/m<sup>2</sup>K] dle normy ČSN 73 0540 – 2/2011.

Podmínka  $U \leq U_N$  [W/m<sup>2</sup>K]

$$U = 0,125 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{N,20} = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\underline{0,125 \leq 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

**POŽADAVEK JE SPLNĚN**

Podmínka  $U \leq U_{pas,20}$  [W/m<sup>2</sup>K]

$$U = 0,125 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{pas,20} = 0,18 - 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\underline{0,125 \leq 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

**POŽADAVEK JE SPLNĚN**

## PODLAHA

Výpočet proveden v programu TEPLO 2011 – viz. příloha č. 1

Porovnání s požadovanou hodnotou  $U_{N,20}$  [W/m<sup>2</sup>K] a doporučenou hodnotou pro pasivní budovy  $U_{pas,20}$  [W/m<sup>2</sup>K] dle normy ČSN 73 0540 – 2/2011. Podlaha nebyla porovnávána s podmínkou  $U_{N,20} = 0,45$  [W/m<sup>2</sup>K] pro podlahu vytápěného prostoru přilehlou k zemině, ale pro podmínku  $U_{N,20} = 0,24$  [W/m<sup>2</sup>K] pro strop s podlahou na venkovním prostoru.

Podmínka  $U \leq U_N$  [W/m<sup>2</sup>K]

$$U = 0,132 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_N = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\underline{0,132 \leq 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

**POŽADAVEK JE SPLNĚN**

Podmínka  $U \leq U_{\text{pas},20} [\text{W/m}^2\text{K}]$

$U = 0,125 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U_{\text{pas},20} = 0,10 - 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$0,132 \leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$**

**POŽADAVEK JE SPLNĚN**

## **PLOCHÁ STŘECHA**

Výpočet proveden v programu TEPLO 2011 – viz. příloha č. 1

Porovnání s požadovanou hodnotou  $U_{N,20} [\text{W/m}^2\text{K}]$  a doporučenou hodnotou pro pasivní budovy  $U_{\text{pas},20} [\text{W/m}^2\text{K}]$  dle normy ČSN 73 0540 – 2/2011.

Podmínka  $U \leq U_N [\text{W/m}^2\text{K}]$

$U = 0,153 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U_{N,20} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$0,153 \leq 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$**

**POŽADAVEK JE SPLNĚN**

Podmínka  $U \leq U_{\text{pas},20} [\text{W/m}^2\text{K}]$

$U = 0,125 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U_{\text{pas},20} = 0,10 - 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$0,153 \leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$**

**POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN**

Doporučenou hodnotu pro  $U_{\text{pas},20} [\text{W/m}^2\text{K}]$  pro střechu nad vytápěným prostorem se nepodařilo splnit z důvodu konstrukčně omezené výšky modulární buňky v závislosti na zachování světlé výšky místnosti umožňující vedení vzduchotechnického potrubí.

### 3. Nejnižší vnitřní povrchový teplotní faktor $f_{Rsi}$

V zimním období musí konstrukce v prostorech s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu  $\varphi_i \leq 60 \%$  vykazovat v každém místě teplotní faktor vnitřního povrchu  $f_{Rsi}$  podle vztahu :

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr}$$

kde  $f_{Rsi,cr}$  je kritický teplotní faktor vnitřního povrchu [-]

$f_{Rsi,N}$  je požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu stanovená dle vztahu :

$$f_{Rsi,cr} = 1 - \left( \frac{237,3 + 2,1 \cdot \theta_{ai}}{\theta_{ai} - \theta_{ex}} \cdot \frac{1}{1,1 - 17,269 / \ln(\varphi_{i,r} / \varphi_{si,cr})} \right)$$

kde  $\theta_{ai}$  je návrhová teplota vnitřního vzduchu [°C]

$\theta_{ex}$  je návrhová teplota prostředí přilehlého k vnější straně konstrukce v zimním období [°C]

$\varphi_{si,cr}$  je kritická vnitřní povrchová vlhkost [%]

$\varphi_{i,r}$  relativní vlhkost vnitřního vzduchu pro stanovení požadavku na nejnižší vnitřní povrchovou teplotu [%] a stanoví se ze vztahu :

$$\varphi_{i,r} = \varphi_i + \Delta\varphi_i$$

kde  $\varphi_i$  je návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu v zimním období [%]

$\varphi_{i,r}$  je bezpečnostní přírůstek, 5 %

Veškeré výpočty a vyhodnocení byly provedeny v programu AREA 2011, software Svoboda.

## ROH ( KOUT ) MODULÁRNÍ BUŇKY – SPOJ DVOU OBVODOVÝCH STĚN

Výpočet proveden v programu AREA 2011 – viz. příloha č. 2

Porovnání s požadovanou normovou hodnotou teplotního faktoru vnitřního povrchu  $f_{Rsi,N}$  bylo provedeno dle normy ČSN 73 0540 – 2/2011.

Podmínka  $f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$  [-]

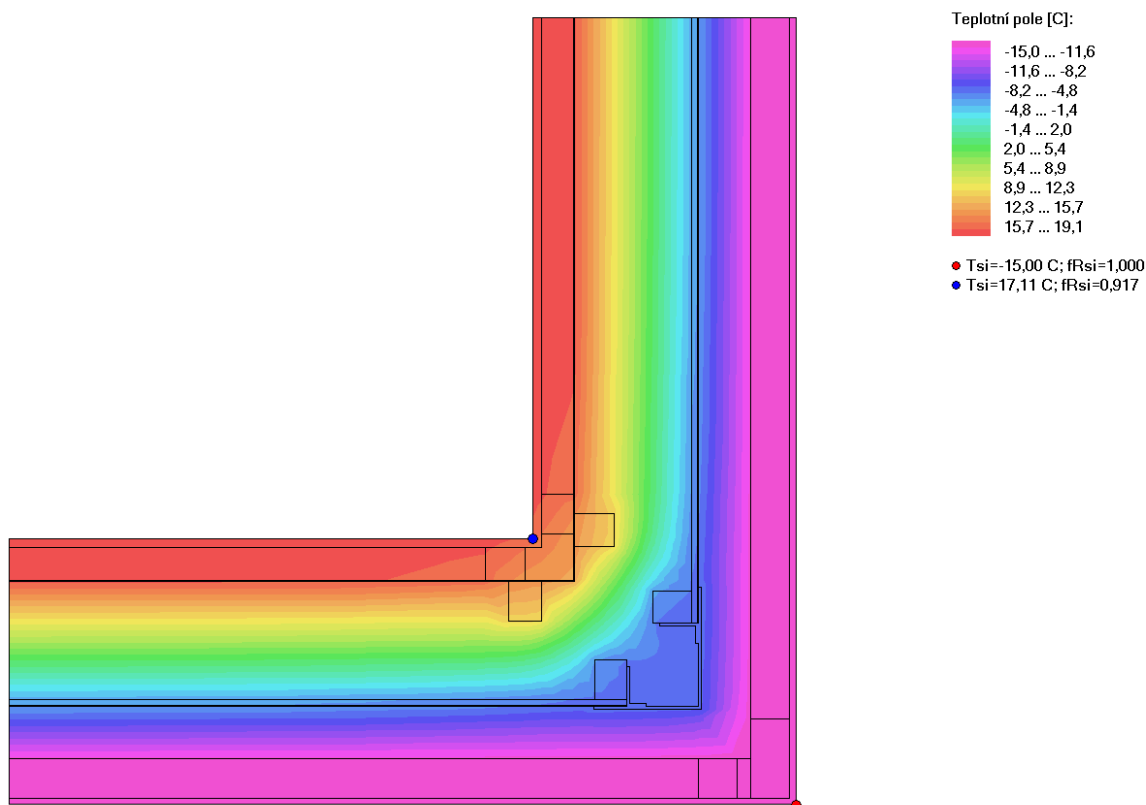
$$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr}$$

$$f_{Rsi,cr} = 0,744$$

$$f_{Rsi} = 0,917$$

$$\underline{0,917 \geq 0,744 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

**POŽADAVEK JE SPLNĚN**



Obr. 1 Pole teplot rohu modulárních buněk



## NAPOJENÍ STĚNY NA PODLAHU MODULÁRNÍ BUŇKY

Výpočet proveden v programu AREA 2011 – viz. příloha č. 2

Porovnání s požadovanou normovou hodnotou teplotního faktoru vnitřního povrchu  $f_{Rsi,N}$  bylo provedeno dle normy ČSN 73 0540 – 2/2011.

Podmínka  $f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N} [-]$

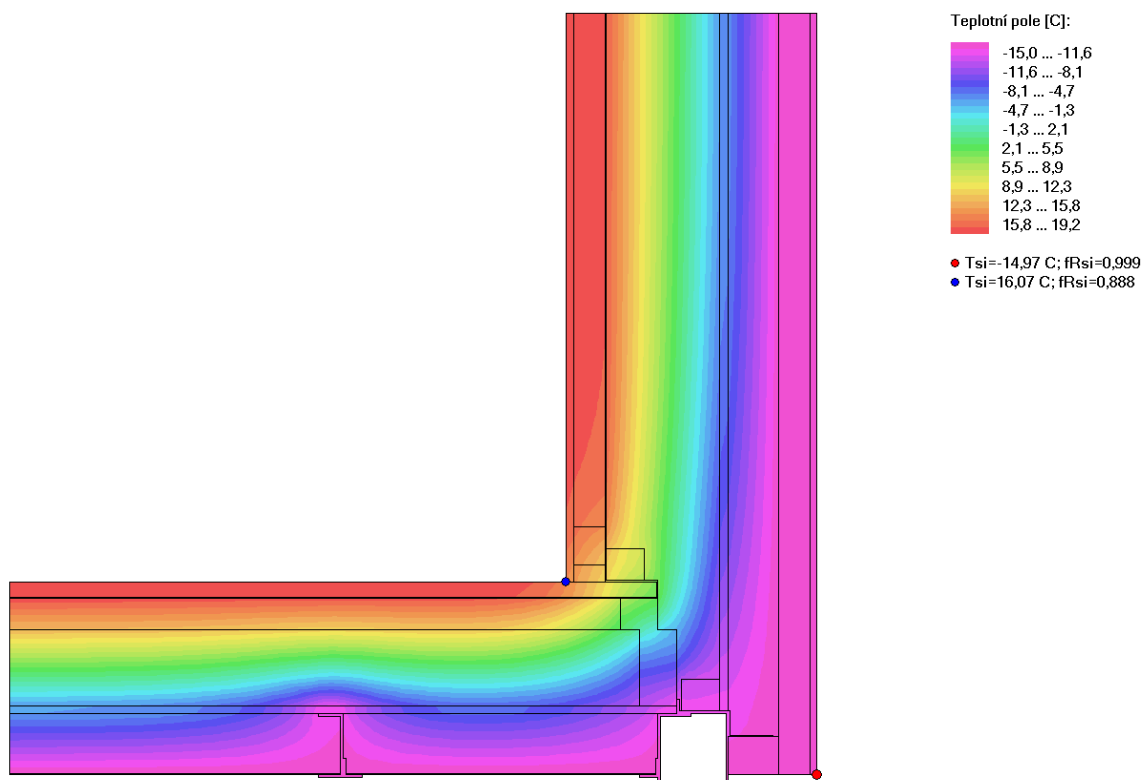
$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr}$

$f_{Rsi,cr} = 0,744$

$f_{Rsi} = 0,888$

**$0,888 \geq 0,744 \text{ W/m}^2\text{K}$**

**POŽADAVEK JE SPLNĚN**



Obr. 2 Pole teplot napojení stěny na podlahu modulární buňky

## SPOJENÍ DVOU MODULÁRNÍCH BUNĚK

Výpočet proveden v programu AREA 2011 – viz. příloha č. 2

Porovnání s požadovanou normovou hodnotou teplotního faktoru vnitřního povrchu  $f_{Rsi,N}$  bylo provedeno dle normy ČSN 73 0540 – 2/2011.

Podmínka  $f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N} [-]$

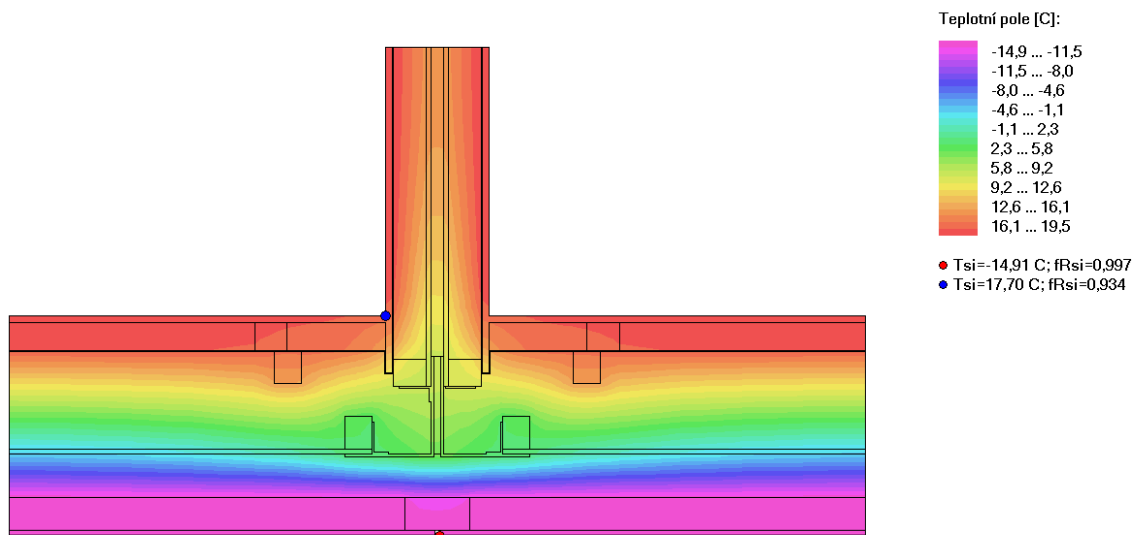
$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr}$

$f_{Rsi,cr} = 0,744$

$f_{Rsi} = 0,934$

**$0,934 \geq 0,744 \text{ W/m}^2\text{K}$**

**POŽADAVEK JE SPLNĚN**



*Obr. 3 Pole teplot spojení dvou modulárních buněk*

## NAPOJENÍ STŘECHY MODULÁRNÍ BUŇKY NA OBVODOVOU STĚNU

Výpočet proveden v programu AREA 2011 – viz. příloha č. 2

Porovnání s požadovanou normovou hodnotou teplotního faktoru vnitřního povrchu  $f_{Rsi,N}$  bylo provedeno dle normy ČSN 73 0540 – 2/2011.

Podmínka  $f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N} [-]$

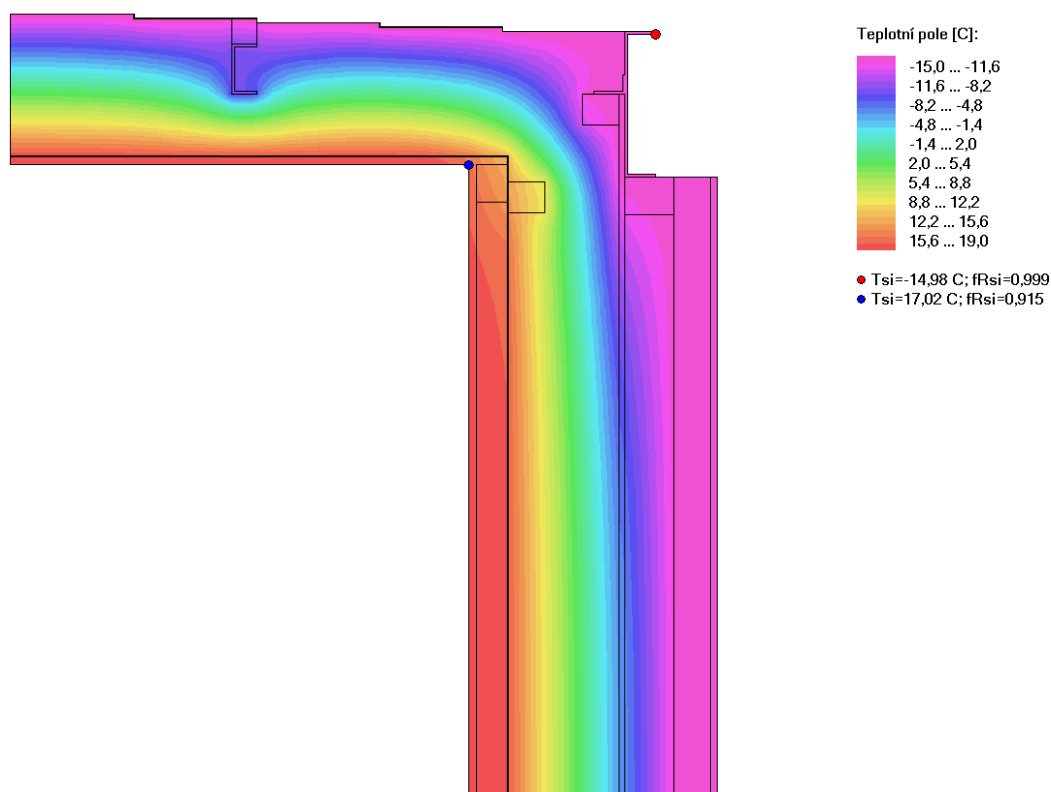
$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr}$

$f_{Rsi,cr} = 0,744$

$f_{Rsi} = 0,945$

**$0,945 \geq 0,744 \text{ W/m}^2\text{K}$**

**POŽADAVEK JE SPLNĚN**



Obr. 4 Pole teplot napojení střechy na obvodovou stěnu

## PARAPET OKNA

Výpočet proveden v programu AREA 2011 – viz. příloha č. 2

Porovnání s požadovanou normovou hodnotou teplotního faktoru vnitřního povrchu  $f_{Rsi,N}$  bylo provedeno dle normy ČSN 73 0540 – 2/2011.

Podmínka  $f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N} [-]$

$$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr}$$

$$f_{Rsi,cr} = 0,744$$

$$f_{Rsi} = 0,850$$

$$\underline{\underline{0,850 \geq 0,744 \text{ W/m}^2\text{K}}}$$

**POŽADAVEK JE SPLNĚN**

Podmínka  $f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N} [-]$

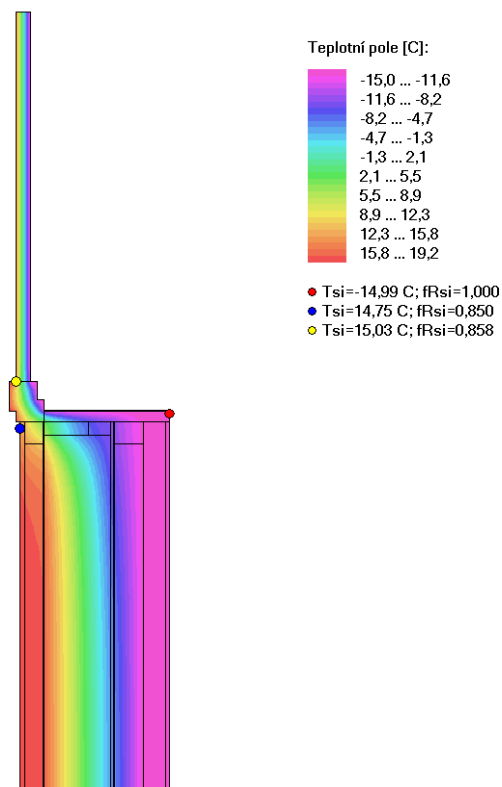
$$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr}$$

$$f_{Rsi,cr} = 0,744$$

$$f_{Rsi} = 0,858$$

$$\underline{\underline{0,858 \geq 0,744 \text{ W/m}^2\text{K}}}$$

**POŽADAVEK JE SPLNĚN**



*Obr. 5 Pole teplot napojení parapetu na okno*

#### 4. Lineární činitel prostupu tepla $\Psi_k$ [W/m.K]

Lineární činitel prostupu tepla charakterizuje tepelně technické vlastnosti dvourozměrných tepelných mostů a vazeb. Lineární činitel prostupu tepla tepelných vazeb mezi konstrukcemi musí splňovat podmínku :

$$\Psi_k \leq \Psi_{k,N}$$

kde  $\Psi_{k,N}$  je požadovaná hodnota lineárního činitele prostupu tepla  $\Psi_k$  [W/m.K]

### **ROH ( KOUT ) MODULÁRNÍ BUŇKY – SPOJ DVOU OBVODOVÝCH STĚN**

Výpočet proveden v programu AREA 2011 – viz. příloha č. 2

Porovnání s požadovanou normovou hodnotou lineárního činitele prostupu tepla  $\Psi_k$  [W/m.K] bylo provedeno dle normy ČSN 73 0540 – 2/2011.

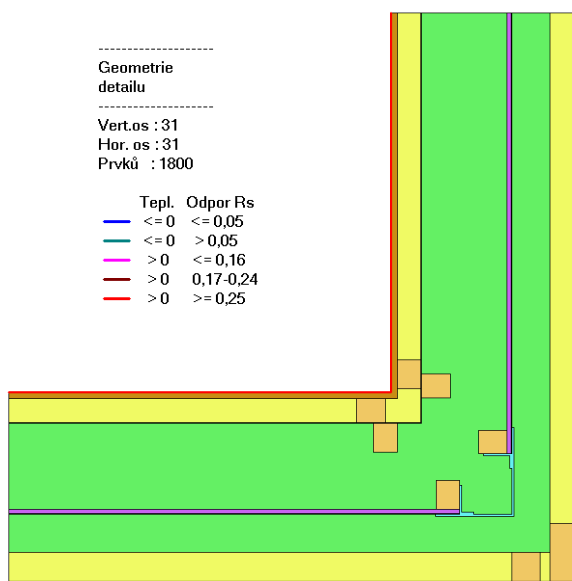
Podmínka  $\Psi_k \leq \Psi_{k,N}$

$$\Psi_k = L^{2D} - \sum U.l = 0,20841 - ( 0,12.(0,805+0,795)) = 0,01641 \text{ W/m.K}$$

$$\Psi_{k,N} = 0,05 \text{ W/m.K}$$

$$\underline{0,01641 \leq 0,05 \text{ W/m.K}}$$

**POŽADAVEK JE SPLNĚN**



Obr.6 Pole teplot rohu modulárních buněk

## NAPOJENÍ STĚNY NA PODLAHU MODULÁRNÍ BUŇKY

Výpočet proveden v programu AREA 2011 – viz. příloha č. 2

Porovnání s požadovanou normovou hodnotou lineárního činitele prostupu tepla  $\Psi_k$  [W/m.K] bylo provedeno dle normy ČSN 73 0540 – 2/2011.

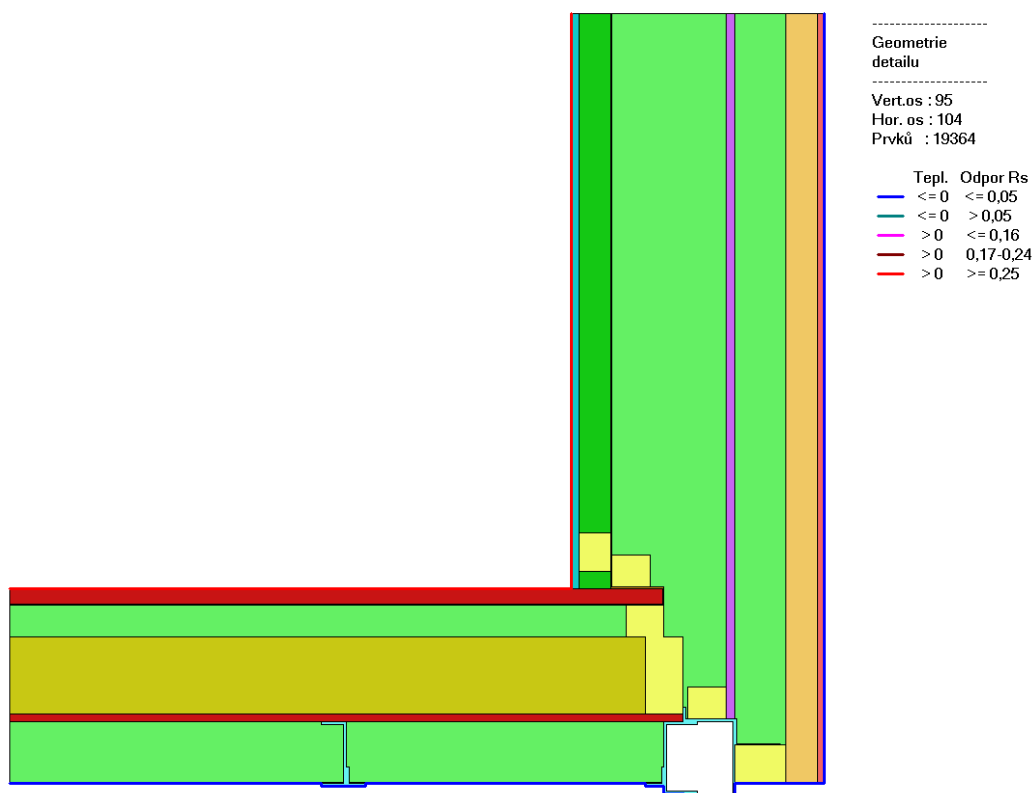
Podmínka  $\Psi_k \leq \Psi_{k,N}$

$$\Psi_k = L^{2D} - \sum U.l = 0,24716 - (0,12.1,2 + 0,13.0,968) = -0,02268 \text{ W/m.K}$$

$$\Psi_{k,N} = 0,05 \text{ W/m.K}$$

$$\underline{-0,02268 \leq 0,05 \text{ W/m.K}}$$

**POŽADAVEK JE SPLNĚN**



Obr.7 Pole teplot napojení stěny na podlahu

## SPOJENÍ DVOU MODULÁRNÍCH BUNĚK

Výpočet proveden v programu AREA 2011 – viz. příloha č. 2

Porovnání s požadovanou normovou hodnotou lineárního činitele prostupu tepla  $\Psi_k$  [W/m.K] bylo provedeno dle normy ČSN 73 0540 – 2/2011.

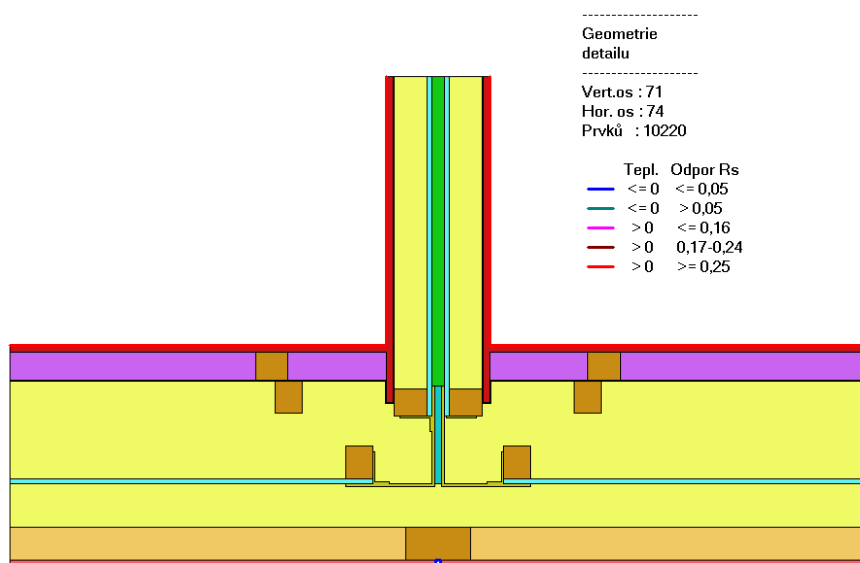
Podmínka  $\Psi_k \leq \Psi_{k,N}$

$$\Psi_k = L^{2D} - \sum U \cdot l = 0,23920 - (0,12 \cdot 1,582) = 0,04936 \text{ W/m.K}$$

$$\Psi_{k,N} = 0,05 \text{ W/m.K}$$

$$\underline{0,04936 \leq 0,05 \text{ W/m.K}}$$

**POŽADAVEK JE SPLNĚN**



Obr.8 Pole teplot spojení dvou modulárních buněk

## NAPOJENÍ STŘECHY MODULÁRNÍ BUŇKY NA OBVODOVOU STĚNU

Výpočet proveden v programu AREA 2011 – viz. příloha č. 2

Porovnání s požadovanou normovou hodnotou lineárního činitele prostupu tepla  $\Psi_k$  [W/m.K] bylo provedeno dle normy ČSN 73 0540 – 2/2011.

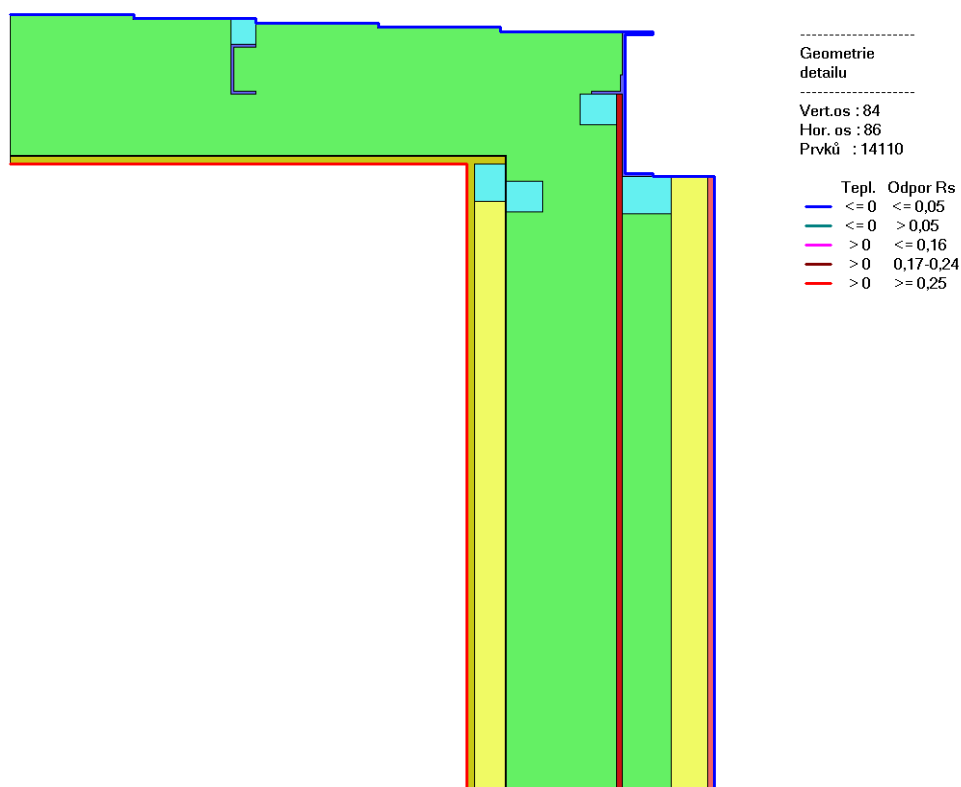
Podmínka  $\Psi_k \leq \Psi_{k,N}$

$$\Psi_k = L^{2D} - \sum U.l = 0,26846 - (0,12.1,02 + 0,15.0,814) = 0,02396 \text{ W/m.K}$$

$$\Psi_{k,N} = 0,05 \text{ W/m.K}$$

$$\underline{0,02396 \leq 0,05 \text{ W/m.K}}$$

**POŽADAVEK JE SPLNĚN**



*Obr.9 Pole teplot napojení střechy na obvodovou stěnu*



## PARAPET OKNA

Výpočet proveden v programu AREA 2011 – viz. příloha č. 2

Porovnání s požadovanou normovou hodnotou lineárního činitele prostupu tepla  $\Psi_k$  [W/m.K] bylo provedeno dle normy ČSN 73 0540 – 2/2011.

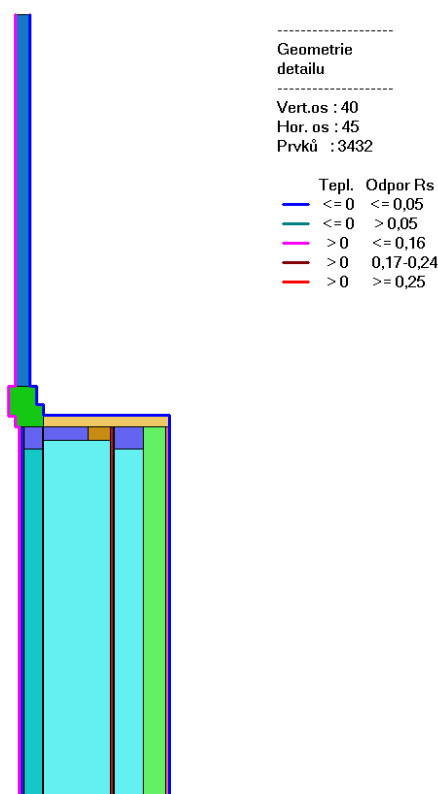
Podmínka  $\Psi_k \leq \Psi_{k,N}$

$$\Psi_k = L^{2D} - \sum U.l = 0,26846 - (0,12 \cdot 0,92 + 0,67 \cdot 1,19) = 0,07686 \text{ W/m.K}$$

$$\Psi_{k,N} = 0,05 \text{ W/m.K}$$

$$\underline{0,07686 \leq 0,010 \text{ W/m.K}}$$

**POŽADAVEK JE SPLNĚN**



*Obr. 5 Pole teplot napojení parapetu na okno*

5. Šíření vlhkosti v konstrukci

a. Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce

Pro splnění požadavků na množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce platí vztah :

$$M_{c,a} \leq M_{c,N}$$

kde  $M_{c,a}$  je množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce [ $\text{kg/m}^2 \cdot \text{a}$ ]  
 $M_{c,N}$  je maximální normová hodnota pro roční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce [ $\text{kg/m}^2 \cdot \text{a}$ ]

Veškeré výpočty a vyhodnocení byly provedeny v programu TEPLO 2011, software Svoboda. Do výpočtů byly započteny vlivy tepelných mostů hodnocených vnějších konstrukcí objektu.

b. Roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce

Pro splnění požadavků roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce vycházíme ze vztahu :

$$M_{c,a} \leq M_{ev}$$

kde  $M_{c,a}$  je množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce [ $\text{kg/m}^2 \cdot \text{a}$ ]  
 $M_{ev}$  je množství vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce [ $\text{kg/m}^2 \cdot \text{a}$ ]

Veškeré výpočty a vyhodnocení byly provedeny v programu TEPLO 2011, software Svoboda. Do výpočtů byly započteny vlivy tepelných mostů hodnocených vnějších konstrukcí objektu.

## OBVODOVÁ STĚNA

Výpočet proveden v programu TEPLO 2011 – viz. příloha č. 1

- a) Porovnání s požadovanou hodnotou  $M_{c,N}$  [ $\text{kg/m}^2 \cdot \text{a}$ ] dle normy ČSN 73 0540 – 2/2011.

Výpočtem v programu TEPLO 2011 bylo zjištěno že v konstrukci nedochází ke kondenzaci vodní páry.

### POŽADAVEK JE SPLNĚN

- b) Porovnání s požadovanou hodnotou  $M_{ev}$  [ $\text{kg/m}^2 \cdot \text{a}$ ] dle normy ČSN 73 0540 – 2/2011.

Výpočtem v programu TEPLO 2011 bylo zjištěno že v konstrukci nedochází ke kondenzaci vodní páry.

### POŽADAVEK JE SPLNĚN

## STŘECHA

Výpočet proveden v programu TEPLO 2011 – viz. příloha č. 1

- a) Porovnání s požadovanou hodnotou  $M_{c,N}$  [ $\text{kg/m}^2 \cdot \text{a}$ ] dle normy ČSN 73 0540 – 2/2011.

Podmínka  $M_{c,a} \leq M_{c,N}$  [ $\text{kg/m}^2 \cdot \text{a}$ ]

$M_{c,N} = 0,10 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{a}$

$M_{c,a} = 0,002 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{a}$

**$0,002 \leq 0,10 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{a}$**

**POŽADAVEK JE SPLNĚN**

- b) Porovnání s požadovanou hodnotou  $M_{ev}$  [kg/m<sup>2</sup>.a] dle normy ČSN 73 0540 – 2/2011.

$$\text{Podmínka } M_{c,a} \leq M_{ev} \text{ [kg/m}^2\text{.a]}$$

$$M_{ev} = 1,556 \text{ kg/m}^2\text{.a}$$

$$M_{c,a} = 0,002 \text{ kg/m}^2\text{.a}$$

$$\mathbf{0,002 \leq 1,556 \text{ kg/m}^2\text{.a}}$$

**POŽADAVEK JE SPLNĚN**

## PODLAHA

Výpočet proveden v programu TEPLO 2011 – viz. příloha č. 1

- a) Porovnání s požadovanou hodnotou  $M_{c,N}$  [kg/m<sup>2</sup>.a] dle normy ČSN 73 0540 – 2/2011.

$$\text{Podmínka } M_{c,a} \leq M_{c,N} \text{ [kg/m}^2\text{.a]}$$

$$M_{c,N} = 0,10 \text{ kg/m}^2\text{.a}$$

$$M_{c,a} = 0,001 \text{ kg/m}^2\text{.a}$$

$$\mathbf{0,001 \leq 0,10 \text{ kg/m}^2\text{.a}}$$

**POŽADAVEK JE SPLNĚN**

- b) Porovnání s požadovanou hodnotou  $M_{ev}$  [kg/m<sup>2</sup>.a] dle normy ČSN 73 0540 – 2/2011.

$$\text{Podmínka } M_{c,a} \leq M_{ev} \text{ [kg/m}^2\text{.a]}$$

$$M_{ev} = 1,562 \text{ kg/m}^2\text{.a}$$

$$M_{c,a} = 0,001 \text{ kg/m}^2\text{.a}$$

$$\mathbf{0,001 \leq 1,562 \text{ kg/m}^2\text{.a}}$$

**POŽADAVEK JE SPLNĚN**

6. Pokles dotykové teploty  $\Delta\theta_{10,N}$  [°C] :

Pro splnění požadavků na pokles dotykové teploty podlahy platí vztah :

$$\Delta\theta_{10} \leq \Delta\theta_{10,N}$$

kde  $\Delta\theta_{10,N}$  je požadovaná hodnota poklesu dotykové teploty podlahy [°C]

Veškeré výpočty a vyhodnocení byly provedeny v programu TEPLO 2011, software Svoboda. Do výpočtů byly započteny vlivy tepelných mostů hodnocených vnějších konstrukcí objektu.

**PODLAHA**

Výpočet proveden v programu TEPLO 2011 – viz. příloha č. 1

Porovnání s požadovanou hodnotou  $\Delta\theta_{10,N}$  [°C] dle normy ČSN 73 0540 – 2/2011.

Podmínka  $\Delta\theta_{10} \leq \Delta\theta_{10,N}$  [°C]

$$\Delta\theta_{10,N} = 5,5 \text{ °C}$$

$$\Delta\theta_{10} = 5,1 \text{ °C}$$

$$\underline{5,1 \leq 5,5 \text{ °C}}$$

**POŽADAVEK JE SPLNĚN**

7. Průměrný součinitel prostupu tepla

Pro splnění požadavků na průměrný součinitel prostupu tepla  $U_{em}$  [W/m<sup>2</sup>K] obálkou budovy musí být splněn vztah :

$$U_{em} \leq U_{em,N}$$

kde  $U_{em,N}$  je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla [W/m<sup>2</sup>K]

Výpočet proveden v programu ENERGIE 2013 – viz. příloha č. 4

Porovnání s požadovanou hodnotou  $U_{em,N}$  [W/m<sup>2</sup>K] dle normy ČSN 73 0540 – 2/2011.

Podmínka  $U_{em} \leq U_{em,N}$  [W/m<sup>2</sup>K]

$$U_{em} = 0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{em,N} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\mathbf{0,24 \leq 0,32 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

**POŽADAVEK JE SPLNĚN**

#### **4. TECHNICKÁ ZPRÁVA – NUCENÉ VĚTRÁNÍ**

##### 1. Podklady

Podkladem pro zpracování návrhu řízeného nuceného větrání byla zpracovaná stavební část této diplomové práce a hygienické požadavky na vnitřní mikroklima podle vyhlášky č. 20/2012 Sb. stanovující limity pro větrání a norma ČSN 73 4108 – Hygienická zařízení a šatny stanovující limity výměny vzduchu pro tento typ místností.

##### 2. Klimatické podmínky místa stavby ( podle ČSN 73 0540 – 3 )

Místo stavby	Kaňovice, okres Zlín
Nadmořská výška	258 m.n.m.
Zatížení větrem v krajině	normální
Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období	-15°C
Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období	32°C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu v zimě	90 %
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu v létě	90 %
Normální tlak vzduchu	95 kPa

Řízené větrání zajišťuje pouze přívod a odvod objemu čerstvého venkovního vzduchu stanoveného na základě hygienických minim pro určité typy místnosti dle jejich užívání a počtu osob. Nucené větrání neslouží k vytápění objektu.

### 3. Požadované podmínky vnitřního mikroklimatu

Řízené větrání zajišťuje pouze přívod a odvod objemu čerstvého venkovního vzduchu stanoveného na základě hygienických minim pro určité typy místnosti dle jejich užívání a počtu osob. Nucené větrání neslouží k vytápění objektu. Podkladem pro zpracování návrhu řízeného nuceného větrání byla zpracovaná stavební část této diplomové práce a hygienické požadavky na vnitřní mikroklima podle vyhlášky č. 20/2012 Sb. stanovující limity pro větrání a norma ČSN 73 4108 – Hygienická zařízení a šatny stanovující limity výměny vzduchu pro tento typ místností.

### 4. Popis základní koncepce VZT zařízení

Řízené větrání budou řídit tři vzduchotechnické jednotky navrženy dle množství přiváděného a odváděného vzduchu, které bude každá z nich zajišťovat. Byly navrženy jednotky firmy ATREA a to jednotka Duplex 2500 Multi Eco, jednotka 3500 Multi Eco a jednotka 5500 Multi Eco. Jednotky jsou řešené jako nástřešní, posazené na ocelovém nosném rámu kotveném do ocelové konstrukce modulární buňky. Revizní přístup k jednotkám bude umožněn ze střechy na kterou vede žebřík ze severní strany objektu.

Jednotky obsahují ve společné skříni dva nezávislé EC ventilátory s dozadu zahnutými lopatkami, protiproudé rekuperační výměníky s účinností 90,6 % , kterou udává výrobce, ale v této práci počítáme s 80 % účinností a na tuto účinnost jsou také navrženy výkony ohřivačů ,které jsou vestavěné vodní s teplotním spádem 50/45 °C. Výkony jednotlivých ohřivačů dle výpočtů uvedených v příloze č. 6 jsou dle pořadí jednotek v odstavci výše : 4,71 kW, 5,83 kW a 8,67 kW. Součástí jednotek jsou filtry – F7 na přívodu a G4 na odvodu a by-passové klapky na přívodu.



5. Minimální dávky čerstvého vzduchu, odvod odpadního vzduchu

Podkladem pro zpracování návrhu řízeného nuceného větrání byla zpracovaná stavební část této diplomové práce a hygienické požadavky na vnitřní mikroklima podle vyhlášky č. 20/2012 Sb. stanovující limity pro větrání a norma ČSN 73 4108 – Hygienická zařízení a šatny stanovující limity výměny vzduchu pro tento typ místností.

Šatny	20 m <sup>3</sup> /h na jedno šatní místo
Záchody	50 m <sup>3</sup> /h na jedno WC
Sprchy	150 – 200 m <sup>3</sup> /h na jednu sprchu
Umývárny	30 m <sup>3</sup> /h na jedno umyvadlo
Přípravný jídel	70 m <sup>3</sup> /h na jednoho pracovníka

6. Počet a umístění centrální úpravy vzduchu

Řízené větrání zajišťují tři vzduchotechnické jednotky umístěná na střeše objektu.

7. Potřebná množství objemu vzduchu za časovou jednotku v jednotlivých místnostech

Potřebné množství přiváděného venkovního čerstvého vzduchu za časovou jednotku je stanoveno na základě užívání místnosti a počtu osob.

Vzduch je do místností distribuován pomocí dvouřadých vyústek s regulační klapkou. V místech kde průměr potrubí nedovoluje použití výústky s regulační klapkou je klapka osazena před vyústkou.

Vzduch je z místnosti odváděn pomocí jednořadých vyústek s regulační klapkou. V místech kde průměr potrubí nedovoluje použití výústky s regulační klapkou je klapka osazena před vyústkou.

V místnostech s malým odvodem odpadního vzduchu, bude vzduch odváděn pomocí naddveřních mřížek.

Navržené množství přiváděného a odváděného vzduchu pro jednotlivé místnosti je zobrazeno v tabulce č. 1 přílohy č. 6. Celkové množství přiváděného a odváděného vzduchu je 8980 m<sup>3</sup>/h. Větrání je přerušované v závislosti na užívání objektu a jednotlivých místností. Jednotka č. 1 – DUPLEX 5500 Multi Eco obstarává 4050 m<sup>3</sup>/h 8 % dne. Jednotka č. 2 – DUPLEX 2500 Multi Eco obstarává 2200 m<sup>3</sup>/h 8 % dne. Jednotka č. 3 – DUPLEX 5500 Multi Eco obstarává 2730 m<sup>3</sup>/h 45 % dne.

#### 8. Hlukové parametry ve vnitřním prostředí

System je navržen tak, aby splňoval požadavky Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

Jednotka nedistribuuje vzduch na pracoviště a proto zde nejsou žádná protihluková opatření. Jednotky fungují přerušovaně. V případě potřeby lze osadit tlumiče hluku a na základě podrobnějších výpočtů opatřit nejkritičtější části rozvodů akustickou izolací.

#### 9. Údaje o škodlivinách se stanovením emisí a jejich koncentrace

Na přívodu čerstvého vzduchu jsou osazeny filtry F7 a na odvodu vzduchu filtry G4. U objektu se nepočítá se znečišťováním okolního vzduchu. Proto zde nejsou navržena žádná další hygienická opatření a filtrace vzduchu.

#### 10. Popis způsobu větrání a klimatizace jednotlivých prostorů a provozů

Nucené větrání je navrženo jako rovnotlaké s rekuperací. V některých místnostech, zejména v hygienických zařízeních, kde je nutné odsávat škodliviny a vlhkost, může vznikat podtlak.

#### 11. Seznam zařízení s uvedením výkonových parametrů

Jednotka č. 1 – DUPLEX 5500 Multi Eco – výkon ohřívače 8,67 kW

Jednotka č. 2 – DUPLEX 2500 Multi Eco – výkon ohřívače 4,77 kW

Jednotka č. 3 – DUPLEX 2500 Multi Eco – výkon ohřívače 5,83 kW

Veškeré výpočty výkonů ohřívачů a teplot vzduchu po rekuperaci jsou uvedeny v příloze č. 6. Pro výpočet nebyla brána v potaz nereálná účinnost protiproudého rekuperačního výměníku 90,6 % ale reálnější účinnost 80 %.

#### 12. Umístění nasávání čerstvého vzduchu a odvod vzduchu odpadního.

Jednotky jsou řešeny jako nástřešní. Bližší specifikace ohledně geometrie jednotky a rozmístění nasávání a odvodu vzduchu jsou v příloze č. 6.

#### 13. Umístění zařízení

Jednotky jsou řešeny jako nástřešní. Uložené na ocelových nosných profilech, které jsou kotveny do nosného rámu modulární buňky.

#### 14. Energetické požadavky zařízení

Elektrická energie : 230V/11A

Výkony ohřívачů :

Jednotka č. 1 – DUPLEX 5500 Multi Eco – výkon ohřívачe 8,67 kW

Jednotka č. 2 – DUPLEX 2500 Multi Eco – výkon ohřívачe 4,77 kW

Jednotka č. 3 – DUPLEX 2500 Multi Eco – výkon ohřívачe 5,83 kW

#### 15. Způsob provozu a regulace zařízení, protihluková a protipožární opatření

Provoz je řešen jako přerušovaný řízen regulačním modulem. Jednotka č. 1 a Jednotka č. 2 zajišťují výměnu vzduchu v šatnách 8% dne, pouze v době začátku směny a konce směny a v době pracovní hygieny. jednotka č. 3 zajišťuje výměnu vzduchu v jídelně, výdejně, chodbách a toaletách 45 % ze dne.

Regulace je vedena jako digitální, typ RD 5. Regulační modul je umístěn uvnitř jednotky. Součástí dodávky je čidlo teploty venkovního vzduchu, čidlo teploty odváděného vzduchu, čidlo teploty přiváděného vzduchu a čidlo teploty odpadního vzduchu. Ovladač typu CP Touch.

16. Způsob zavěšení a uložení potrubí :

Potrubí bude vedeno viditelně pod stropem, 80 mm pod stropní konstrukcí a bude zavěšeno pomocí typových závěsových pozinkovaných kotevních prvků. Potrubí je kruhového průřezu typu SPIRO a bude vedeno podél spojů stropů a obvodových konstrukcí či vnitřních příček. V Šatnách ve 2. NP kde je omezená světlá výška z důvodů konstrukce střechy v závislosti na limitních výškových rozměrech modulární buňky bude vedeno nad šatními skříňkami aby neomezovalo průchodnou výšku a světlost prostoru.

17. Koncepce a rozsahy potrubních sítí rozvodů tepla a chladu :

Viz. výkresová dokumentace

18. Rozsahy příslušenství potrubních rozvodů tepla a chladu:

Viz. výkresová dokumentace

19. Pokyny pro montáž

Montáž vzduchotechnického potrubí bude provádět autorizovaná firma k této skutečnosti určena na základě projektové dokumentace rozvodů vzduchotechniky.

20. Požadavky na související profese

Vytvoření otvorů pro prostupy potrubí a jejich následné uvedení do konečného stavu (ve výrobní hale firmy Contimade s.r.o.). Obložení a dotěsnění prostupů potrubí izolačními hmotami v rámci stavebních úprav. Dotěsnění a oplechování prostupů vzduchotechniky. Výpomocné stavební práce zřízení instalačních šachet pro vedení jednotlivých vzduchovodů.

21. Uvedení do provozu

Pro každou jednotku musí být nejprve proveden 24 hodinový zkušební provoz, po kterém bude následovat vypracování protokolu o zkoušce chodu a zregulování výkonových parametrů zařízení VZT.

## 22. Údržba

Údržba bude probíhat formou pravidelných kontrol a výměn filtrů na přívodním a odvodním potrubí a dalších potřebných údržeb chodu jednotek VZT. Potrubí musí být pravidelně povrchově čištěno od nečistot a usazeného prachu.

## 23. Údaje o chladivech či jiných nebezpečných látkách.

Topným médiem vodního ohřívače je 25% roztok etylenglykolu. Při úniku nepožívat.

## **5. TECHNICKÁ ZPRÁVA – VYTÁPĚNÍ A OHŘEV VODY**

### 1. Údaje o stavbě

Místo stavby:	Kaňovice u Luhačovic, 763 41, Okres Zlín
Parcela číslo:	435/35, 435/1, 435/12
Stupeň PD:	Projektová dokumentace pro realizaci stavby
Kraj:	Zlínský
Stavební úřad:	Zlín
Investor:	Contimade s.r.o.

### 2. Údaje o území

#### 2.1. Popis řešeného území

Pozemek se nachází v Kaňovicích u Luhačovic, kter spadají do katastru města Luhačovice. Jedná se o rovinný pozemek, který je situován v areálu firmy Contimade s.r.o.

#### 2.2. Klimatická data

Lokalita:	Kaňovice u Luhačovic
Nadmořská výška :	258 m.n.m.
Venkovní výpočtová teplota:	-12°C
Počet dnů v otopném období:	216
Střední venkovní teplota v otopném období:	3,6 °C
Průměrná vnitřní teplota:	18°C

#### 2.3. Bilance potřeby energií

Roční potřeba tepla na vytápění	7,7 MWh/rok
Roční potřeba tepla na ohřev teplé vody	83,148 MWh/rok
Celková roční potřeba energií	90,4 MWh/rok

Stanovení měrné potřeby tepla na ohřev vody bylo vypočteno dle normy ČSN 73 0548 a podrobnosti výpočtu a postup jsou uvedeny v příloze č. 7. Stanovení měrné potřeby tepla bylo vypočteno denostupňovou metodou na základě délky otopného období a tepelných ztrát objekt, které byly vypočítány v programu ZTRÁTY 2011, protokol o výpočtu je umístěn v příloze č. 3. Tepelné ztráty jsou sníženy o vytápění nuceným větráním.

### 3. Koncepční řešení a volba zdroje tepla na vytápění a ohřev vody

Objekt musí splňovat požadavky na vytápění a měrnou potřebu primární neobnovitelné energie pro pasivní výstavbu. Z toho také vyplývá volba zdroje tepla na ohřev vody a vytápění. Největším úskalím návrhu ohřevu vody byl nárazový odběr vody v intervalu od 14:00 do 15:30, kdy je potřeba 75 % z celkové navržené potřeby vody která činí 3,7 m<sup>3</sup>. Po zralé úvaze bylo jako hlavní zdroj tepla zvoleno tepelné čerpadlo vzduch voda. I na základě rad odborníků z firmy Regulus, zabývajících se vytápěním a ohřevem vody pomocí tepelných čerpadel, bylo navrženo jedno tepelné čerpadlo vzduch/voda značky Regulus, typ Ecoair 406 o jmenovitém výkonu 4,6 kW na ohřev otopné vody a jedno tepelné čerpadlo značky Regulus, typ Ecoair 420 o jmenovitém výkonu 15 kW na ohřev teplé vody.

Na základě deklarovaných topných faktorů v závislosti na výstupní teplotě otopné vody a venkovní teplotě uvedené v příloze 8. byl určen bod bivalence pro tepelné čerpadlo typu Ecoair 406 při teplotě -7,8 °C. Při této teplotě již tepelné čerpadlo není schopno do otopného systému dodávat otopnou vodu o teplotě 55°C a musí být použit bivalentní zdroj. Jako bivalentní zdroj byl navrhnut elektrokotel firmy Thermona, typ THERM EL 5 o výkonu 5 kW, který bude schopen pokrýt celkovou tepelnou ztrátu objektu při případné poruše tepelného čerpadla. K tepelnému čerpadlu byla navržena akumulární nádrž PS 300 N firmy REGULUS o objemu 280 l. K vytápění místností v objektu byla navržena otopná tělesa. Počet a typ otopných těles je uveden v příloze č. 9. Otopná voda byla navržena s teplotním spádem 55/40 °C.

Na základě deklarovaných topných faktorů v závislosti na výstupní teplotě otopné vody a venkovní teplotě uvedené v příloze 8. byl určen bod bivalence pro tepelné čerpadlo typu Ecoair 406 při teplotě -8,7 °C. Při této teplotě již tepelné čerpadlo není schopno do systému na ohřev vody dodávat teplou vodu o teplotě 55°C a musí být použit bivalentní zdroj.

Jako bivalentní zdroj byl navrhnout elektrokotel firmy Thermona, typ THERM EL 13,5 o výkonu 13,5 kW, který bude schopen pokrýt celkovou tepelnou ztrátu objektu při případné poruše tepelného čerpadla. K tepelnému čerpadlu byl na základě potřeby teplé vody a množství naakumulované tepelné energie v danou časovou jednotku navržen Zásobníkový ohřivač RBC 3000 o objemu 2840 l firmy Regulus s tepelným výměníkem o ploše 5,2 m<sup>2</sup>.

#### 4. Charakteristika otopné soustavy

Otopná soustava je navržena jako teplovodní o teplotním spádu 55/40 °C. Oběh vody v systému zaopatřuje oběhové čerpadlo Grundfos ALPHA 2 navrženo dle stanoveného dispozičního tlaku v příloze č. 9.

#### 5. Otopná tělesa

Otopná tělesa jsou navržena na celkovou tepelnou ztrátu jednotlivých místností. Navržena jsou desková otopná tělesa Korado RADIK VK s pravým spodním připojením. Při návrhu a výpočtu finálního výkonu otopného tělesa byly zohledněny korekce na vliv umístění a způsobu připojení. Tělesa budou kotvena na zeď pomocí kotevního systému, které dodává výrobce otopných těles. Z důvodu zajištění co nejlepší tepelné pohody, byla snaha umístění otopných těles pod okna.

#### 6. Rozvody otopné soustavy

Navrženy rozvody pro otopnou soustavu jsou z mělněných trubek. Spojování bude prováděno pájením. Potrubí je vedeno v podlaze nebo za sádkartony podél zdi, těsně nad podlahou. Stoupající potrubí bude vedeno v šachtách a bude izolováno. Potrubí vedené v podlaze bude trojně izolováno. Viditelné přípojky k radiátoru budou opatřeny základním a syntetickým bílým nátěrem. Horizontální potrubí bude uloženo pod spádem minimálně 0,3 % ke stoupajícímu potrubí.

#### 7. Dimenzování potrubí



Byl proveden návrh průřezu potrubí a zjištění tlakové ztráty nejzatíženějšího okruhu pro volbu oběhového čerpadla. Volba nejzatíženějšího okruhu vede k nejvzdálenějšímu a nejvíce výkonnému tělesu. Úsekem se rozumí část potrubí s konstantním průtokem topné vody.

Výpočet návrhu dimenzí byl zpracován pomocí programu Microsoft Office excel, podrobný výpočet je v příloze.

## 8. Izolace potrubí

Je použita izolace od firmy Mirelon. Jedná se o termoizolační trubice MIRELON PRO. Tato izolace bude použita u potrubí vedeného v podlaze a v sádkartonových předstěnách. Dále jsou navržena izolační pouzdra PAROC Section AluCoat která budou použita u stoupajícího potrubí a také v technické místnosti.

Navržená izolace vyhovuje požadavkům vyhlášky 193/2007 Sb. a její tloušťky závislé na průměru potrubí a konstrukčních podmínkách.

## 9. Termostatické hlavice

Tělesa jsou osazena termostatickými hlavicemi, které slouží pro doregulování teploty v dané místnosti. Kapalinové číslo hlavice zaznamená změnu teploty v místnosti oproti teploty nastavené v hlavici a následně reguluje průtok topné vody v tělese. Funkce je na principu teplotní roztažnosti vody. Navrženy jsou pro objekt hlavice Danfoss RAE K 5034.

## 10. Oběhová čerpadla

Návrh čerpadel vychází ze dvou křivek. charakteristiky čerpadla, kterou udává výrobce a charakteristiky sítě, kterou zjistíme z průtočného množství a z tlakových ztrát sítě.

Čerpadla byly navrženy pomocí webového programu firmy Grundfos. V projektu jsou navrženy celkem tři čerpadla, návrh každého z nich je v příloze.

## 11. Napouštění, vypouštění a odvzdušňování

### 11.1. Napouštění soustavy

Plnění probíhá pomalu přes napojovací místo otopné soustavy. Napouští se vodou z distribuční sítě vodovodu. Při napouštění musí být otevřeny všechny termostatické hlavice na všech otopných tělesech. Při napouštění musí být otevřen automatický odvzdušňovací ventil v nejvyšším patře objektu.

### 11.2. Vypouštění soustavy

Vypouštěcí ventily jsou umístěny tak, aby bylo možné vypuštění celé soustavy. Při vypouštění je potřeba otevřít odvzdušňovací ventily na všech tělesech a u nejvzdálenějšího tělesa se připojí kompresor, který pomůže s vytlačení zbytku vody v soustavě.

### 11.3. Odvzdušňování soustavy

Po napuštění soustavy zůstane ve vodě vázaný vzduch, který způsobí zavzdušnění soustavy, proto je potřeba soustavu odvzdušnit. Pomocí odvzdušňovacích ventilů na tělesech unikne vzduch ze soustavy. Pro správnou funkci je potřeba opakovat tento proces.

## 12. Podmínky uvedení do provozu

Před uvedením do provozu je potřeba osadit všechna navržená zařízení a udělat zkoušky těsnosti systému.

Zkouška těsnosti se provede napuštěním otopné soustavy na určitý tlak, soustava musí být samozřejmě odvzdušněna. Systém se nechá napuštěný a zkontroluje se tlak na manometru, který je osazen v místě napuštění systému. Tlak musí zůstat stejný, doporučuje se kontrola spojů, jestli nějaký neteče. Tuto zkoušku je potřeba udělat před zaizolováním systému.

Další zkouškou kterou je nutno udělat je zkouška provozní. Soustava bude natopena a udržována po dobu minimálně 24 hodin, posléze se nechá soustava vychladnout a zkontrolují se funkce armatur, zabezpečovacích a regulačních zařízení.

## **6. EKONOMICKÉ POROVNÁNÍ S BĚŽNÝM STANDARDEM**

V rámci ekonomického porovnání objektu je porovnána celková cena objektu a cena na provoz vytápění budovy se standardním provedením modulární buňky. Běžná cena jedné modulární buňky o velikosti 6,058 x 2,990 x 3,400 mm s tepelnou izolací o tloušťkách – 160 mm podlaha, 160 mm stěna, 220 mm strop, je dle výrobce udávána 129.000,-Kč za jednu buňku. Cena navržená na buňku stejné velikosti, která bude splňovat požadavky pasivního standardu je dle odhadu 180.000,-Kč. Běžná cena jedné modulární buňky o velikosti 8,000 x 2,990 x 3,400 mm s tepelnou izolací o tloušťkách – 160 mm podlaha, 160 mm stěna, 220 mm strop, je dle výrobce udávána 168.000,-Kč za jednu buňku. Cena navržená na buňku stejné velikosti, která bude splňovat požadavky pasivního standardu je dle odhadu 235.000,-Kč. Ceny jsou uvedeny pouze pro provedení čisté konstrukce bez výplňových otvorů a rozvodů. Odhadová celková hrubá cena pro konstrukci řešeného objektu i s rozvody a výplňovými otvory, která byla navržena v rámci diplomové práce a bude splňovat nároky pasivního standardu je 6.700.000,- Kč.

V ceně je započítáno:

28 modulárních buněk 5.800.000 ,-Kč

Vzduchotechnika – větrací jednotky 200 000,-Kč

Ohřev TUV pomocí tepelného čerpadla se zásobníkem – 360.000,- Kč

Vytápění pomocí tepelného čerpadla a radiátorů - 180.000,- Kč

Výplně otvorů 160.000 ,-Kč

Celkem 6.700.000,-Kč

V ceně nejsou započítány náklady na provoz ani práce za provedení. Ceny jsou odhadové, výrobci neuvádějí přesné ceny z důvodu konkurence na trhu. V porovnání ročních

nákladů na vytápění standardní a pasivní buňky, by měly náklady klesnout 4 krát. Náklady na vytápění buňky v pasivním standardu by se měly pohybovat okolo 30 tisíc ročně.

Po celkovém zhodnocení stavby dle ročních nákladů na údržbu by návratnost rozdílu investic mezi pasivním a standardním provedení měla být přibližně 15 - 20 let. Jedná se o nepodložený odhad.

## **8. ZÁVĚR**

Cílem mé diplomové práce bylo navrhnout objekt splňující požadavky na pasivní standard a zároveň potřeby zadavatele. Největším úskalím objektu byl nárazový odběr teplé vody v malém časovém intervalu a velký objem přiváděného čerstvého vzduchu v rámci nuceného větrání. Nucené větrání se omezilo pro šatny a sprchy na dobu jejich užívání, ale i tak ohřivače jednotek měly výkon, který jsem potřeboval vyvážit nějakým alternativním zdrojem.

Zprvu jsem uvažoval nad aplikací tepelného čerpadla přímo pro ohřev či přehřev média ohřivače vzduchotechnických jednotek, ale vzhledem k dimenzování vzduchotechnických jednotek i potrubí na velké objemy vzduchu, která však byly pouze nárazové a určené pro splnění hygienických minim, nepřišlo mi to jako vhodné řešení.

A tak bylo by na pokrytí tepelných ztrát objektu použito tepelné čerpadlo vzduch/voda o malém výkonu pro otopnou vodu s teplotním spádem 55/40 °C a k ohřevu vody bylo rovněž využito tepelné čerpadlo vzduch/voda, které je schopno nahřát teplou vodu pro nárazový odběr až na teplotu 55°C. Pro dohřev na požadovaných 60°C byl navržen elektrokotel. Možným řešením by bylo využít nízkoteplotního podlahového vytápění, které je velmi vhodným způsobem distribuce tepla do objektu právě v kombinaci s tepelným čerpadlem, ale konstrukční řešení kontejneru není zcela vhodné pro tento typ vytápění a navíc by popíralo princip modulární výstavby ve snadném rozležení a přesunutí na jiné místo určení, ačkoliv tento způsob mobility nebyl pro tento projekt zamýšlen.

Výsledkem řešení návrhu vytápění, ohřevu vody, nuceného větrání a v neposlední řadě tepelně technickém návrhu a posouzení obalových konstrukcí jsou tyto hodnoty :

Měrná potřeba tepla na vytápění:	<b>10 kWh/m<sup>2</sup>.a</b>
Měrná potřeba primární energie:	<b>159 kWh/m<sup>2</sup>.a</b>
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em}$ :	<b>0,24 W/m<sup>2</sup>.K</b>

## **SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- Stavba a užívání nízkoenergetických a pasivních domů – Josef Smola
- Zákon 183/2006 Sb. Stavební zákon
- Vyhláška 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby
- Vyhláška 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území
- Vyhláška 50/1978 Sb. o odborné způsobilosti v elektrotechnice
- ČSN 73 0540 - 2 (2011) Tepelná ochrana budov – Požadavky
- ČSN 73 0540 - 3 (2011) Tepelná ochrana budov – Návrhové veličiny
- ČSN 1500 Termíny elektroinstalace
- ČSN 33 200 Ochrana před úrazem
- ČSN 06 0320 (2006) Tepelné soustavy v budovách – příprava teplé vody – navrhování a projektování
- Vzduchotechnika – Zdeněk Galda
- Stavební tepelná technika I. – Ing. Iveta Skotnicová Ph.D., Ing. Jiří Labudek
- Solární zařízení – Heinz Ladener, Frank Späte
- Sluneční vytápěcí systémy – Jaromír Cihelka
- Vyhláška 62/2013 Sb o dokumentaci staveb
- Vyhláška 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov
- Vyhláška 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku vibrací, hluk na pracovišti.
- ČSN 01 3420 : Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavebních částí
- ČSN 73 6110 : Projektování místních komunikací
- Neufert E. : Navrhování staveb, Praha Consultinvest 2000

## **SEZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJŮ**

- [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz)
- [www.prostredistaveb.vsb.cz](http://www.prostredistaveb.vsb.cz)
- [www.electrodesign.cz](http://www.electrodesign.cz)
- [www.nzu2013.cz](http://www.nzu2013.cz)
- [www.cuzk.cz](http://www.cuzk.cz)
- Internetové stránky výrobců materiálů a zařízení

## **SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ**

- *Obr. 1 Pole teplot koutu modulárních buněk*
- *Obr. 2 Pole teplot napojení stěny na podlahovou konstrukci*
- *Obr. 3 Pole teplot spoje modulárních buněk*
- *Obr. 4 Pole teplot napojení ploché střechy na obvodovou stěnu*
- *Obr. 5 Pole teplot parapetu okna*
- *Obr. 6 Pole teplot koutu modulárních buněk*
- *Obr. 7 Pole teplot napojení stěny na podlahovou konstrukci*
- *Obr. 8 Pole teplot spoje modulárních buněk*
- *Obr. 9 Pole teplot napojení ploché střechy na obvodovou stěnu*
- *Obr. 10 Pole teplot parapetu okna*

## **SEZNAM PŘÍLOH**



Příloha č. 1 – Tepelně – technické posouzení konstrukcí TEPLO 2011

Příloha č. 2 – Tepelně – technické posouzení detailů AREA 2011

Příloha č. 3 – Tepelně – technické posouzení obálky budovy ZTRÁTY 2011

Příloha č. 4 – Výpočet energetické náročnosti budovy

Příloha č. 5 – Průkaz energetické náročnosti budovy

Příloha č. 6 – Návrh nuceného větrání

Příloha č. 7 – Ohřevu vody

Příloha č. 8 – Tepelných čerpadel

Příloha č. 9 – Návrh otopných těl a výpočet tlakových ztrát

## SEZNAM VÝKRESŮ

C.01	SITUACE	1:100
F.01	ZÁKLADY	1:50
F.02	PŮDORYS 1.NP	1:50
F.03	PŮDORYS 1.NP	1:50
F.04	ŘEZ A – A'	1:50
F.05	STŘECHA	1:50
F.06	POHLEDY I.	1:50
F.07	POHLEDY II.	1:50
NV.01	NUCENÉ VĚTRÁNÍ – PŘÍVOD A ODVOD VZDUCHU 1.NP	1:50
NV.02	NUCENÉ VĚTRÁNÍ – PŘÍVOD A ODVOD VZDUCHU 1.NP	1:50
V.01	SCHÉMA VYTÁPĚNÉ 1. NP	1:50
V.02	SCHÉMA VYTÁPĚNÉ 2. NP	1:50
OV.01	SCHÉMA KOTELNY	1:50
D.01	DETAIL KOUTU OBVODOVÉ STĚNY	1:5
D.02	DETAIL NAPOJENÍ OBVODOVÉ STĚNY NA PODLAHU	1:5
D.03	DETAIL SPOJE MODULÁRNÍCH BUNĚK	1:5
D.04	DETAIL NAPOJENÍ OBVODOVÉ STĚNY NA STŘECHU	1:5
D.05	DETAIL PARAPETU OKNA	1:5